



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Víctor Alexander Rodríguez García

Asesor:

Ing. Anita Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

En primer lugar, a mis padre Inés Socorro García Izquierdo y Víctor Alejandro Rodríguez Aliaga; ya que este es el resultado de toda una vida universitaria que concluye con el logro de mi título profesional, sueño que tuvieron ambos a lo largo de toda mi vida.

A mi hermana Erika Elián Rodríguez García, con la que tengo una gran conexión y amistad, con este trabajo darle a conocer que con esfuerzo y dedicación se logra conseguir lo que nos proponemos. A mi novia Esther Medina Cerdán por su apoyo y ayuda en toda esta etapa de mi vida universitaria.

Y por último a mi padrino Luis García Izquierdo, que a lo largo de mi vida siempre estuvo ahí, aconsejándome o consintiéndome espero que con este trabajo también se sienta orgulloso de mis logros.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por haber hecho que mi vida este llena de felicidad, logros como este trabajo y darme la dicha de tener a mi familia junta.

Gracias a mis padres Víctor y Socorro por sus consejos, enseñanzas y sobre todo por su paciencia, por haber sido perseverantes y haberme guiado por todo este camino desde los inicios de mi vida, gracias a ustedes he logrado esta meta.

A mi Alma Mater Universidad Privada del Norte, en ella directivos, profesores, compañeros y en especial a mi asesora Ing. Anita Alva Sarmiento, gracias a todos los que estuvieron involucrados directa e indirectamente con el logro de mi vida académica.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema.....	21
1.3. Objetivos .....	21
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	21
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	21
1.4. Hipótesis .....	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Tipo de investigación .....	22
2.2. Variables de Estudio .....	23
2.3. Población y muestra .....	24
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	31
2.4.1. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</i> .....	31
2.4.2. <i>Técnicas e instrumentos de análisis de datos:</i> .....	31
2.5. Procedimiento .....	32
2.5.1. <i>Procedimiento para la recolección de datos:</i> .....	32
2.5.2. <i>Procedimiento para el análisis de datos:</i> .....	34
2.6. Muro de albañilería de ladrillo de arcilla.....	35
2.6.1. <i>Materiales utilizados:</i> .....	35
2.6.2. <i>Herramientas empleadas:</i> .....	38
2.6.3. <i>Muro de albañilería:</i> .....	42
2.6.4. <i>Proceso constructivo de muro de albañilería:</i> .....	47
2.7. Muro teacon de planchas de tecnopor .....	49
2.7.1. <i>Materiales utilizados:</i> .....	49
2.7.2. <i>Herramientas empleadas</i> .....	53
2.7.3. <i>Muro de teacon:</i> .....	57
2.7.4. <i>Proceso constructivo:</i> .....	60
2.8. Aspectos éticos .....	69
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	70
3.1. Metrado de materiales:.....	70
3.1.1. Materiales en muro N° 1: .....	71
3.1.2. Materiales en muro N° 2: .....	72

3.1.3.	Materiales en muro N° 5: .....	73
3.1.4.	Materiales promedio en muros de albañilería: .....	74
3.1.5.	Materiales en muro N° 3: .....	75
3.1.6.	Materiales en muro N° 4: .....	76
3.1.7.	Materiales en muro N° 6: .....	77
3.1.8.	Materiales promedio en muros teacon: .....	78
3.2.	Costos de materiales: .....	79
3.3.	Tiempo de construcción: .....	82
3.3.1.	Tiempo de construcción de muros de albañilería: .....	82
3.3.2.	Tiempo de construcción de muros de teacon:.....	84
3.4.	Presupuesto de estructuras: .....	87
3.5.	Espesor de la estructura: .....	90
3.5.1.	Espesor del uro N° 1:.....	90
3.5.2.	Espesor del uro N° 2:.....	91
3.5.3.	Espesor del uro N° 3:.....	92
3.5.4.	Espesor del uro N° 4:.....	93
3.5.5.	Espesor del uro N° 5:.....	94
3.5.6.	Espesor del uro N° 6:.....	95
3.6.	Peso de la estructura .....	100
3.6.1.	Peso del muro de albañilería:.....	100
3.6.2.	Peso del muro teacon: .....	101
3.7.	Complejidad en vanos.....	106
3.7.1.	Vano en muro de albañilería: .....	106
3.7.2.	Vano en muro teacon:.....	108
3.8.	Factibilidad en instalación de tuberías .....	110
3.8.1.	Instalación de tubería en muro de albañilería: .....	110
3.8.2.	Instalación de tubería en muro teacon: .....	111
3.9.	Transmisión de temperatura .....	113
3.9.1.	Transmisión de temperatura en muro de albañilería:.....	113
3.9.2.	Transmisión de temperatura en muro teacon:.....	118
3.10.	Resistencia al fuego.....	123
3.10.1.	Resistencia al fuego del muro de albañilería:.....	123
3.10.2.	Resistencia al fuego del muro teacon: .....	125
3.11.	Diseño para cargas ortogonales al plano del muro. ....	128
3.11.1.	Diseño para cargas ortogonales al plano del muro de albañilería:.....	129
3.11.2.	Diseño para cargas ortogonales al plano del muro teacon: .....	129
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>		<b>130</b>
4.1.	Discusión.....	130
4.2.	Conclusiones: .....	140
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>141</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>146</b>
Fichas de evaluación de parámetros:.....		146
Panel Fotográfico: .....		163

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de estructuras. ....	24
Tabla 2 <i>Tipos de mortero.</i> ....	26
Tabla 3 <i>Tipos de mortero para muro teacon.</i> ....	28
Tabla 4 <i>Materiales y herramientas.</i> ....	32
Tabla 5 <i>Especificación técnica del tecnopor.</i> .....	49
Tabla 6 <i>Peso de aceros.</i> ....	51
Tabla 7 <i>Dosificación del muro teacon.</i> ....	52
Tabla 8 <i>Peso específico de enlucidos y revoques.</i> .....	58
Tabla 9 <i>Peso específico del tecnopor.</i> ....	58
Tabla 10 <i>Acero estabilizador.</i> ....	60
Tabla 11 <i>Volumen de agua.</i> .....	70
Tabla 12 <i>Materiales en muro 1.</i> ....	71
Tabla 13 <i>Materiales de muro 1 en tarrajeo.</i> ....	71
Tabla 14 <i>Materiales de muro 2.</i> ....	72
Tabla 15 <i>Materiales de muro 2 en tarrajeo.</i> ....	72
Tabla 16 <i>Materiales de muro 5.</i> ....	73
Tabla 17 <i>Materiales de muro 5 en tarrajeo.</i> ....	74
Tabla 18 <i>Materiales en 1.00 m<sup>2</sup> de albañilería terminado.</i> .....	74
Tabla 19 <i>Materiales de muro 3.</i> ....	75
Tabla 20 <i>Materiales de muro 3 en tarrajeo.</i> ....	75
Tabla 21 <i>Materiales de muro 4.</i> ....	76
Tabla 22 <i>Materiales de muro 4 en tarrajeo.</i> ....	76
Tabla 23 <i>Materiales de muro 6.</i> ....	77
Tabla 24 <i>Materiales de muro 6 en tarrajeo.</i> ....	78
Tabla 25 <i>Materiales en 1.00 m<sup>2</sup> de albañilería terminado.</i> .....	78
Tabla 26 <i>Costo de materiales.</i> .....	79
Tabla 27 <i>Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro de albañilería.</i> ....	80
Tabla 28 <i>Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro teacon.</i> ....	81
Tabla 29 <i>Presupuesto de un m<sup>2</sup> de muro de albañilería.</i> ....	88
Tabla 30 <i>Presupuesto de un m<sup>2</sup> de muro teacon.</i> ....	88
Tabla 31 <i>Temperatura en muro N° 1.</i> ....	114
Tabla 32 <i>Temperatura en muro N° 2.</i> ....	115
Tabla 33 <i>Temperatura en muro N° 5.</i> ....	116
Tabla 34 <i>Temperatura en muro N°3.</i> ....	118
Tabla 35 <i>Temperatura en muro N° 4.</i> ....	119
Tabla 36 <i>Temperatura en muro N° 6.</i> ....	120
Tabla 37 <i>Datos para el diseño de carga ortogonales.</i> ....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2: Muro Teacon.....	23
Figura 1: Muro de Albañilería.....	23
Figura 3: Base para muros prototipo de arcilla.....	25
Figura 4: Ladrillo utilizado - artesanal de arcilla.....	25
Figura 5: Prototipo de muro 1 y 2 de arcilla.....	26
Figura 6: Base para muros prototipo de tecnopor.....	27
Figura 7: Plancha de tecnopor cortada.....	27
Figura 8: Malla de acero.....	28
Figura 9: Prototipo de muro 3 y 4 de tecnopor.....	29
Figura 10: Muro real de unidades de arcilla de 3.00 x 2.00 metros.....	30
Figura 11: Muro real de planchas de tecnopor de 3.00 x 2.00 metros.....	30
Figura 12: Ladrillo industrial.....	36
Figura 13: Ladrillo artesanal.....	36
Figura 14: Espesor máximo de junta.....	37
Figura 15: Carretilla y pala.....	38
Figura 16: Huincha.....	38
Figura 17: Plancha de batir.....	39
Figura 18: Plomada.....	39
Figura 19: Cordel.....	40
Figura 20: Brotacho de plástico.....	40
Figura 21: Bandeja de mezcla.....	41
Figura 22: Regla de tarrajeo.....	41
Figura 23: Muro de ladrillos de arcilla sin tarrajeo.....	42
Figura 24: Muro de ladrillos de arcilla con tarrajeo.....	42
Figura 25: Espesor de muro de albañilería.....	43
Figura 26: Diferencia de espesor de muro de albañilería.....	43
Figura 27: Porcentajes de rendimiento en muros de albañilería.....	45
Figura 28: Cantidad de ladrillo por m2 de muro.....	46
Figura 29: Especificaciones técnicas del tecnopor.....	50
Figura 30: Forma de alambre de amarre.....	52
Figura 31: Arco cierra.....	54
Figura 32: Trampa.....	54
Figura 33: Alicata.....	55
Figura 34: Nivel de mano.....	55
Figura 35: Tijera hojalatera.....	56
Figura 36: Soplete.....	56
Figura 37: Muro teacon.....	57
Figura 38: Datos técnicos.....	58
Figura 39: Espesor de muro teacon.....	59
Figura 40: Separación de acero de anclaje.....	61

Figura 41: Separación de acero longitudinal. ....	61
Figura 42: Delimitación del corte. ....	62
Figura 43: Corte en tecnopor. ....	62
Figura 44: Planchas de tecnopor sin mallas de acero. ....	63
Figura 45: Planchas de tecnopor con mallas de acero. ....	64
Figura 46: Colocación de la placa. ....	64
Figura 47: Malla de unión. ....	65
Figura 48: Refuerzo de vano. ....	66
Figura 49: Colocación de tubería. ....	67
Figura 50: Parche de mallado. ....	67
Figura 51: Espesor con grout. ....	68
Figura 52: Espesor final del muro teacon. ....	68
Figura 53: Costo de materiales. ....	79
Figura 54: Costo de materiales en un m <sup>2</sup> de muro de albañilería. ....	80
Figura 55: Costo de materiales en un m <sup>2</sup> de muro teacon. ....	81
Figura 56: Espesor de muro N° 1. ....	90
Figura 57: Espesor de muro N° 2. ....	91
Figura 58: Espesor de muro N° 3. ....	92
Figura 59: Espesor de muro N° 4. ....	93
Figura 60: Espesor de muro N° 5. ....	94
Figura 61: Espesor de muro N° 6. ....	95
Figura 62: Departamento con muros de albañilería. ....	97
Figura 63: Departamento con muros teacon. ....	98
Figura 64: Peso de 1.00 m <sup>2</sup> de muro de albañilería. ....	100
Figura 65: Peso de tecnopor. ....	101
Figura 66: Peso de 1.00 m <sup>2</sup> de muro teacon. ....	104
Figura 67: Vano en muro de albañilería real. ....	106
Figura 68: Vano en muro de albañilería real. ....	108
Figura 69: Instalación de tubería en muro de albañilería real. ....	110
Figura 70: Instalación de tubería en muro teacon real. ....	111
Figura 71: Transmisión de temperatura en muro de albañilería. ....	113
Figura 72: Transmisión de temperatura en muro teacon. ....	113
Figura 73: Porcentaje de transmisor de temperatura en muro de albañilería. ....	117
Figura 74: Porcentaje de transmisor de temperatura en muro teacon. ....	121
Figura 75: Resistencia al fuego del muro de albañilería. ....	124
Figura 76: Resistencia al fuego del muro teacon. ....	126
Figura 77: Muro de un metro cuadrado de albañilería. ....	128
Figura 78: Muro de un metro cuadrado de albañilería. ....	128

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Tiempo de construcción. ....	86
Gráfica 2: Presupuesto de muros. ....	89
Gráfica 3: Áreas del departamento. ....	99
Gráfica 4: Peso específico. ....	105
Gráfica 5: Tiempo en realización de vanos. ....	109
Gráfica 6: Tiempo en instalación de tuberías. ....	112
Gráfica 7: Porcentaje de transmisión de temperatura. ....	122
Gráfica 8: Resistencia al fuego. ....	127

## RESUMEN

En la ingeniería civil y en la construcción es de suma importancia la investigación de nuevas y mejores tecnologías que dejen atrás a las antiguas, buscando siempre un mejor resultado con estas innovadoras ideas, es por ello que en esta investigación se desarrolló la tecnología de muro teacon, nombrada así a muros construidos a base de tecnopor, mallas de acero y concreto con el fin de ser comparados con los muros de albañilería tradicional y poder ver cuál de las dos estructuras es más eficiente y económica. Se construyó seis muros en total, tres de cada tipo de estructura, para luego ser evaluados y medidos en diferentes parámetros, teniendo así; que la tecnología teacon es un muro no portante más eficiente que los muros de albañilería ya que dentro de todas sus características podemos destacar que su proceso constructivo es fácil y económico, reduce el área ocupada y sobre todo disminuye las cargas o peso propio de la estructura, parámetro que más resalta en esta investigación. Con todo lo ya mencionado se puede concluir que la hipótesis de la presente tesis es válida ya que el muro teacon en casi todos sus parámetros de evaluación sobre pasa los resultados obtenido por los muros de albañilería.

**Palabras clave:** Muros no portantes, albañilería y teacon.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A lo largo de la historia las construcciones de ingeniería civil, han ido evolucionando, desde sus materiales hasta las tecnologías implementadas para su realización. A principios de la historia, la primera función que cumplen las estructuras fue la de dar refugio y seguridad a los seres humanos; con el pasar del tiempo fueron abarcando más funciones y características, así fueron definidas como viviendas; a la vez fueron evolucionando y desarrollándose los materiales y formas de construcción.

En la actualidad, se han creado diferentes tipos de procesos de construcción, así como la implementación de nuevos materiales para lograr satisfacer los diseños, requerimientos y acabados modernos.

Es así como nace la creación de nuevas tecnologías en la construcción para satisfacer las necesidades del constructor o diseñador, estas nuevas tecnologías son creadas o direccionadas a diferentes propósitos como, por ejemplo; pueden ser más livianas, ocupar menos espacio o área, con más tiempo de vida útil, que soporten diferentes tipos de clima, más resistentes, más económicos, necesitar menos tiempo en el proceso de construcción y una infinidad de características según las requieran.

Por ejemplo; en la construcción de estructuras bastante altas como edificio de diez, veinte o hasta más niveles, incluso en el caso de la construcción de rascacielos, una de las principales inquietudes de los ingenieros estructuristas es lograr la reducción de carga muerta o peso de la estructura, es así como los muros de albañilería son remplazados con materiales menos pesados que proporcionen las mismas funciones y ayuden a aligerar estas cargas.

El Ladrillo es el material de construcción más antiguo fabricado por el hombre, se comenzó elaborándolo en su forma cruda como adobe. Su difusión se debió a que el hombre le dio un tamaño compacto con materiales accesibles.

No puede menos que llamarnos la atención que con elementos tan comunes como la tierra, el agua, el aire (para el secado) y el fuego (para la cocción) el hombre logró fabricar un material de construcción que, con muy pocas variantes tecnológicas, siguen manteniendo plena vigencia y demanda hasta nuestros días. Se sabe que el ladrillo se originó en las antiguas civilizaciones del Medio Oriente que tenían sus centros en territorios que hoy corresponden a Irak e Irán aproximadamente, pero que extendían mucho más su influencia y se remontan en el tiempo a más de dos mil quinientos años antes de nuestra era (Averardo M. 2009).

El Poliestireno Expandido, o de forma abreviada EPS, es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano. Cuando estas perlas se someten a alta temperatura mediante vapor de agua, el pentano se evapora expandiendo las perlas en una primera fase hasta 50 veces su volumen inicial. Tras un almacenaje o maduración de las perlas pre-expandidas, se someten nuevamente a inyección de vapor confinadas en moldes cerrados, expandiéndose nuevamente hasta soldarse entre sí para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas, quedando así el EPS listo para su incorporación en el mercado. El EPS se utiliza en el sector de la construcción principalmente como aislamiento térmico y acústico; en el campo del envase y embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas (Martínez N. 2012).

Se han desarrollado algunos conceptos básicos e historia de algunos materiales como el ladrillo de arcilla y el tecnopor. Para esta investigación es también importante conocer la importancia de las mallas de acero o fibras electro soldadas en la construcción.

Es el producto compuesto por una serie de alambres de acero, trefilados, lisos o con resaltes, longitudinales y transversales, formando ángulos rectos entre sí y electro soldados en todos los puntos de intersección (ISO 9001 fondo norma, 2008).

Malla fabricada con alambres de acero laminado en frío grado 60, longitudinales y transversales, los cuales han sido electro soldados en cada una de sus intersecciones formando una cuadrícula. Son diseñadas a la medida de cada proyecto estructural (DEACERO 2017).

El cemento portland también tiene una gran participación en estas tecnologías por lo cual también se hablará de este material.

La historia de los conglomerantes y cementos en la construcción se remonta a los tiempos del antiguo Egipto, seguido por griegos y romanos. En general, todos los materiales entonces empleados eran productos naturales que, en algún caso, se sometían a tratamientos térmicos. La palabra cemento, se aplica a todo tipo de producto o mezcla que presenta propiedades adhesivas y entendemos por conglomerante un compuesto de una o varias sustancias capaces de endurecer al reaccionar con otros productos (agua en el caso de los cementos portland), a corto o largo plazo. El nombre cemento como material de construcción tiene su origen en los romanos, que llamaron opus caementum a una obra de mampostería de piedra y un conglomerante de cal viva. Más tarde, se nombró como cementum, cimentum, caement y cement a los conglomerantes hidráulicos que se obtenían al mezclar adiciones tales como ladrillos cerámicos triturados o toba volcánica con la cal viva (Sanjuán y Chinchón ,2014).

Amasado con agua, el cemento fragua y endurece tanto en el aire como sumergido en agua. Se trata, por consiguiente, de un conglomerante hidráulico. El más conocido y el más utilizado de todos los cementos es el cemento portland (Sanjuán y Chinchón ,2014).

En el sector de la construcción, se utiliza el término conglomerante para definir a toda una variedad de materiales capaces de adherirse a otros y dar cohesión al conjunto, por efectos de transformaciones químicas que se producen en su masa y que originan un nuevo conjunto, entre ellos, se encuentra el cemento portland. Dicho cemento entra en la categoría de conglomerantes hidráulicos, que son aquellos que amasados con agua endurecen al aire o bajo agua (Sanjuán y Chinchón ,2014).

Se presenta la evolución mineralógica del cemento Pórtland tipo I durante el proceso de hidratación, usando las técnicas de caracterización de materiales difracción de rayos X (DRX) y microscopia electrónica de barrido (SEM), con el fin de entender los cambios que se dan en los minerales anhidros del cemento (alita, belita, celita y felita entre otros) durante su transformación en las fases estables hidratadas (tobermorita, ortlandita, etringita, etc.). Se encontró que, en general, el proceso de hidratación ocurre de manera diferente en cada mineral ya sea por la velocidad de reacción, o por los cambios cristalinos experimentados por éstos durante la transformación de fase anhidra a hidratada. Se pudo apreciar la formación de tobermorita gel (CSH), portlandita y etringita primaria. Además, como cambia la apariencia de la pasta a medida que avanza la hidratación (Giraldo M. 2005).

El agua es uno de los componentes fundamentales del hormigón, no sólo por ser necesaria a la hidratación del cemento Portland, sino que también por las diferentes funciones físicas que desarrolla, las cuales están asociadas a las principales fases de la vida del hormigón: estado fresco, estado endurecido y vida útil de la estructura (Soares N. 2012).

Se confirma el hecho de que mientras aumenta el porcentaje de sustitución de arena por EPS en el hormigón, la resistencia a compresión disminuye con respecto al hormigón de peso normal (Navarro N. 2015).

La albañilería confinada es el conjunto o sistema de construcción formado por muro de ladrillos, reforzado en los extremos por columnas de amarre y en la parte superior por una viga de concreto. Los muros son estructuras verticales que separan una casa del exterior o de la calle. Evitan el frío o calor, y crean diferentes ambientes como la sala, el comedor, los dormitorios, el baño, y demás espacios (MAESTRO pág. 01).

El rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas, partida muros y tabiques de albañilería en los diferentes tipos de aparejo objetos de estudio en el distrito de Cajamarca, considerando las mismas cuadrillas, es inferior que la considerada por la Cámara Peruana de la Construcción en los siguientes porcentajes (Rojas A. 2014).

La albañilería confinada es uno de los elementos más usados en nuestro país, en especial los muros no portantes de arcilla ya que están incluido en todos los sistemas estructurales de concreto armado como pórticos, dual, de muros estructurales o muros de ductilidad limitada; ya que tiene que ver con su bajo costo y fácil construcción; pero también se debe tener en cuenta que estos muros de ladrillos sufren diferentes problemas o fallas como rajaduras, eflorescencia y más, llamadas patologías.

El tipo de patología de muro más común en las edificaciones de ladrillo, de dos niveles, en la zona de Lucmacucho parte baja es el que se da por: Deficiencias constructivas y/o materiales de mala calidad, es decir, por eflorescencias afectando a dos viviendas; la patología de muro referida a acciones mecánicas exteriores, presentando 30 viviendas asentamiento diferencial de los cimientos, y el que se refiere a deficiencias del proyecto, 30 viviendas presentan uniones constructivas mal resueltas (Hoyos M. 2013).

El uso de malla de alambre recubierta con mortero de cemento como técnica de rehabilitación permite incrementar la capacidad ante carga laterales, disminuir la tasa de deterioro de la rigidez lateral y aumentar la capacidad de desplazamiento en estructuras de mampostería confinada con daño severo (Ruiz J., Alcocer S. 1998).

La resistencia entre cargas laterales que aporta la malla de alambre electro soldada depende de la cuantía y la eficiencia de los alambres horizontales, la calidad y densidad de los anclajes para ligar la malla al muro, la relación de aspectos de los paneles, así como la calidad de recubrimiento (Ruiz J., Alcocer S. 1998).

También podemos decir que el uso o implementación de mallas electro soldadas en la tecnología de muro teacon ayudaran a la tracción y resistencia del muro, pero no sería el único material que podría implementarse, existen otros como la fibra de acero.

En las losas reforzadas con malla electro soldada, la tasa de degradaciones resistencia fue mayor, el colapso fue más rápido y las grietas se empezaron a notar más tarde que en los especímenes reforzados con fibra de acero. Por tanto, las fibras de acero podrían generar un modo de falla de las losas de concreto más dúctil que el refuerzo con malla electro soldada, que es un desempeño fundamental en elementos de concreto reforzado (Carrillo J., Silva D., Sánchez M. 2016).

Como ya se había mencionado, así como los aparatos celulares o automóviles han evolucionado con el pasar de los años; así también ha evolucionado la ingeniería civil con respecto a los materiales, métodos y tecnologías de construcción de sus edificaciones, así tenemos la inclusión de nuevas tecnologías como el ferrocemento o paneles prefabricados.

Ferrocemento es un término que se utiliza, para describir un tipo particular de concreto reforzado. Los materiales que conforman el ferrocemento son el mortero o “matriz” que es de consistencia frágil y el refuerzo consistente en mallas metálicas u otro material a través del compuesto. En general el ferrocemento es considerado como una forma altamente versátil de un material compuesto hecho de mortero de cemento y capas de malla de alambre o de un emparillado de acero de diámetro pequeño, ligados íntimamente para crear una estructura rígida. Este material, que es una forma especial del concreto reforzado muestra un comportamiento diferente de él, en cuanto a su funcionamiento efectivo, resistencia y aplicaciones potenciales (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, 2000).

La fabricación de paneles prefabricados de ferrocemento para la construcción de viviendas se fue tecnificando cada vez más. De la producción con moldes fijos como los utilizados en Santiago, Guantánamo y Granma, se pasó a la utilización de moldes portátiles de acero donde se vibraba el mortero a través de una mesa vibradora al igual que en La Habana y Cienfuegos. En Camagüey y Pinar del Río se logró un proceso industrial que permitió mejorar notablemente la calidad de las obras (Wainshtok H., Lizazo H. 2013).

Como puede apreciarse el ferrocemento ha tenido un amplio uso en la construcción civil en Cuba, pudiendo afirmarse que constituye una alternativa importante, apropiada y sostenible a tener en cuenta en los tipos de obras señalados para países en vías de desarrollo, y en general para las que por su forma resulte muy difícil y costosa construir en hormigón armado (Wainshtok H., Lizazo H. 2013).

Los edificios de referencia construidos con pórticos de hormigón armado (PHA) o de acero laminado (PA) y con envolventes convencionales (muro a la capuchina y forjado de cubierta debidamente aislados) son un 35% más caros que el construido con paneles estructurales multicapa (PEM) compuestos por un núcleo de poliestireno expandido sobre el que se proyectan sendas capas de micro hormigón armado y utilizados tanto para los paramentos verticales (cerramientos y particiones) como para los horizontales (forjados) (Perez A., Gómez F., Guardiola A. 2014).

Hoy se tienen las bases para poder diseñar y construir estructuras de mampostería de muy buena calidad que tengan un excelente desempeño estructural, principalmente ante solicitaciones sísmicas; esto se logra por medio de los elementos de confinamiento, dadas y castillos, y del refuerzo horizontal. Paralelamente la diferencia en el costo de la estructura entre la mampostería confinada con refuerzo horizontal y la mampostería simple es marginal, entre 2 a 5%, pero con una diferencia sustancial en su desempeño estructural, así como en la presencia de agrietamiento bajo condiciones de servicio. Por otra parte, la calidad de las piezas y el refuerzo horizontal son factores muy importantes para lograr resistencias adecuadas con excelentes capacidades de deformación (Perrilliat R., Cesín J. s.f.).

El “Panel Covintec” consiste en una estructura tridimensional de alambre de acero con alma de poliestireno. Las dimensiones nominales del panel son 1.22 m. De ancho por 2.44 m. De largo y se fabrica en espesores de 3” y 2” (COVINTEC – Manual Técnico 2011).

Concrehaus son paneles con núcleo de EPS Isopor (PCE/PCN) y mallas de acero de altas resistencia vinculadas mediante conectores del mismo material. Concrehaus es una innovadora tecnología que permite construir integralmente viviendas o cerramientos de edificios en altura con gran facilidad y elevando la productividad de los recursos de la obra (EstisolConstrucción 2015).

También se encontró un análisis de laboratorio de cuánto tiempo puede resistir este tipo de muro al fuego teniendo como resultado 90 minutos. Por lo tanto, de acuerdo a la Norma IRAM 11949 y a los datos obtenidos en el ensayo efectuado, se ha obtenido la siguiente calificación: Resistencia al fuego 90 minutos (INTI Construcciones 2017).

El mercado actual ofrece distintas alternativas de materiales que pueden ser utilizados en la construcción de revestimiento exterior y estructura de una vivienda social, que no están presentes en las especificaciones técnicas del SERVIU. Entre estos materiales encontramos el Covintec, Ferrocemento, el RBS (Sistema Royal) que son para estructura y el Smartside Panel, Panelvolcan, Estucovolcan, Siding de fibrocemento, que son para el revestimiento (Vivanco H. 2006).

Con base en los presupuestos y los análisis realizados en este estudio, se determinó que, desde el punto de vista económico, los sistemas de muros de concreto reforzados con fibra de acero o con malla electro soldada son más favorables que los sistemas de mampostera confinada (Carrillo J., Silva D., Sánchez M. 2016).

Como primera aproximación, se indicará que normalmente el concepto de eficiencia está ligado con la noción de eficacia, resultando necesario realizar la correspondiente diferenciación, dado que ellos no tienen el mismo significado. Respecto de la noción de eficacia, al parecer, la mayoría de los autores tienden a concordar que este concepto está referido principalmente al grado de cumplimiento de las metas o resultados, sin tomar en consideración, la cantidad de recursos empleados, pues lo que interesa es tratar de hacer las cosas lo mejor posible (Ganga F., Cassinelli A., Piñones M., Quiroz J. 2014).

Para esta investigación usaremos el concepto de eficiencia refiriéndonos a las estructuras basándonos netamente en los resultados obtenidos por las pruebas realizadas, para la eficiencia de las estructuras se analizarán parámetros como espesor de estructuras, complejidad en la realización de vanos, complejidad en la instalación de tuberías, transmisión de temperatura y resistencia al fuego. En el caso del costo, este será evaluado con la realización de un presupuesto, que en él tendrá en cuenta los parámetros de metrado de materiales y tiempos de construcción.

Este trabajo se enfocará en muros no portantes que sirven para dividir espacios dentro de una edificación; los muros han pasado por una evolución muy grande desde que se construían con mampostería de piedras o adobes, hasta la actualidad que se utiliza en su mayoría muros de albañilería de ladrillo de arcilla. Con esta base teórica desarrollo en la tesis una nueva tecnología, denominada en este trabajo como “Muro teacon” (muro a base de tecnopor, mallas de acero y concreto) no muy utilizada en el Perú; con la finalidad de ver si puede remplazar a los muros de albañilería tradicional; haciendo una comparación entre ambas estructuras, delimitando así sus características y propiedades principales.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cómo varía el costo y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto; en comparación con muros de albañilería confinada no portantes?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis de costo y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto, y compáralos con muros de albañilería confinada no portantes.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características de los materiales a utilizar, como el concreto, ladrillos de arcilla, tecnopor, mallas de acero y acero corrugado.
- Construir seis muros no portantes, tres de cada una de las tecnologías.
- Elaborar un presupuesto para cada uno de los muros no portantes.
- Realizar pruebas de espesores de muros, complejidad en vanos y tuberías, peso, transmisión de temperatura y resistencia al fuego a ambas tecnologías.
- Determinar la eficiencia económica y estructural de los muros de albañilería y de los muros teacon.

## 1.4. Hipótesis

El costo y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto mejoran en comparación con los muros de albañilería confinada no portantes.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Enfoque**

El enfoque considerado para esta investigación es cuantitativo, ya que se tendrá en cuenta los costos y una cierta cantidad de parámetro a evaluar en ambas estructuras, y así evaluar numéricamente la estructura más eficiente y económica. Según Pita Fernández, S. y Pértegas Díaz, S. (2002) la investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables.

#### **2.1.2. Tipo**

Se enmarca como un tipo de investigación descriptiva, ya que la herramienta que utilizaremos será la observación de las tecnologías sometidas a los diferentes parámetros, según el Dr. Marroquín Peña Roberto (2013) la investigación describe los datos y características de la población o fenómeno en estudio.

#### **2.1.3. Diseño de investigación**

Es una investigación no experimental, ya que no modificaremos ni alteraremos la variable, sino que las variables dependientes e independientes serán observadas, así mismos la investigación presenta un corte transversal ya que los datos obtenidos de los parámetros son referidos a un solo momento, en un único tiempo.

## 2.2. Variables de Estudio

### 2.3.1 Variable independiente: Tipo de muro.

#### Muros no portantes:

Los muros no portantes, son estructuras que no soportan cargas adicionales más que su propio peso, gracias a estos elementos estructurales dividen áreas en una construcción para crear diversos ambientes.

En el caso de una vivienda unifamiliar o multifamiliar estos muros proporcionan los ambientes de sala, comedor, cocina, lavandería, dormitorios, cochera, etc. En el proyecto se desarrolló dos tipos de tecnologías de muros no portantes, tres muros de cada una de estas tecnologías.

La primera tecnología utilizada fue la albañilería (ver figura 1), consiste en muros construidos de ladrillos de arcilla King Kong tipo sogá más concreto y la segunda tecnología utilizada fue la “Teacon” o muro teacon (ver figura 2); construida a base de poliestireno expandido o tecnopor, mallas de acero electro soldadas y concreto.

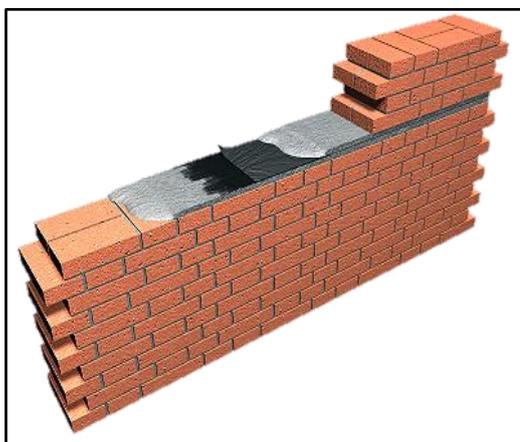


Figura 2: Muro de Albañilería.



Figura 1: Muro Teacon.

### 2.3.2 Variable dependiente: Costo y eficiencia.

#### Parámetros de evaluación:

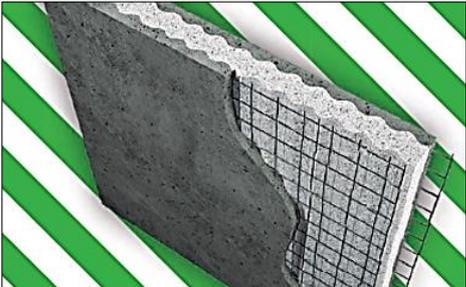
El parámetro es un indicador o característica esenciales e indispensables de un sujeto, objeto o individuo. Los parámetros del proyecto que se evaluarán serán netamente características que se puedan medir entre ambas estructuras, para posteriormente poder realizar una comparación entre ambas. Los parámetros de evaluación para la variable dependiente de costo y eficiencia de este proyecto fueron; metrado de materiales, costo de materiales, tiempo de mano de obra en construcción, tiempo de tarrajeo, presupuesto de estructura, espesor, peso, complejidad en la construcción de vanos, factibilidad en la instalación de tuberías, transmisión de temperatura, resistencia al fuego y diseño para cargas ortogonales a su plano.

### 2.3. Población y muestra

Se realizó la construcción de seis muros no portantes, tres muros serán de albañilería y tres con la tecnología teacon. Esas seis estructuras fueron la población total del proyecto, así como también la muestra.

**Tabla 1**

*Tipo de estructuras.*

ESTRUCTURAS	
Muro de albañilería	Muro teacon
	
<p><b>Materiales</b> Concreto Ladrillos</p>	<p><b>Materiales</b> Concreto Mallas de acero Tecnopor</p>

○ **Muro N° 1 y N° 2: Prototipo de muro de albañilería.**

- Base: La cual servirá de apoyo firme a los prototipos de muros de albañilería, sus dimensiones fueron de 1.20 x 0.65 x 0.20 metros, realizada con concreto pobre y ladrillo casetón de tecnopor de 1.20 x 0.30 x 0.15 metros.

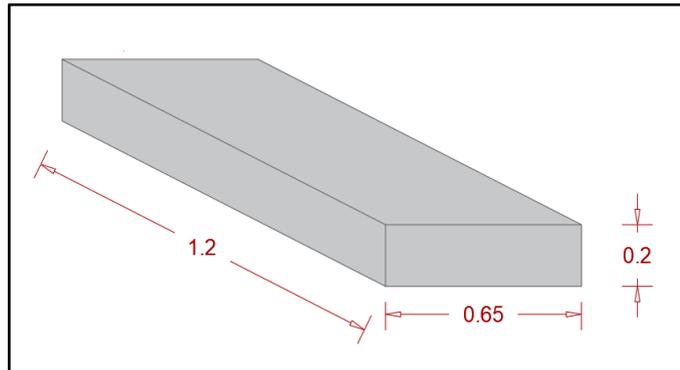


Figura 3: Base para muros prototipo de arcilla.

- Ladrillo: se utilizó el ladrillo King Kong, echo a base de arcilla, esta amolda cuando se encuentra en un estado de masa, y posteriormente se hornea o funde a una temperatura aproximada de 1000 °C. El horno de donde se consiguió el material es el cerrillo, las dimensiones industriales de este ladrillo son 0.24 m de largo, 0.13 m de ancho y 0.09 m de altura; pero como se utilizó ladrillo artesanal se realizó las mediciones de sus dimensiones obteniendo como resultado 0.22 m de largo, 0.12 m de ancho y 0.085 m de altura.

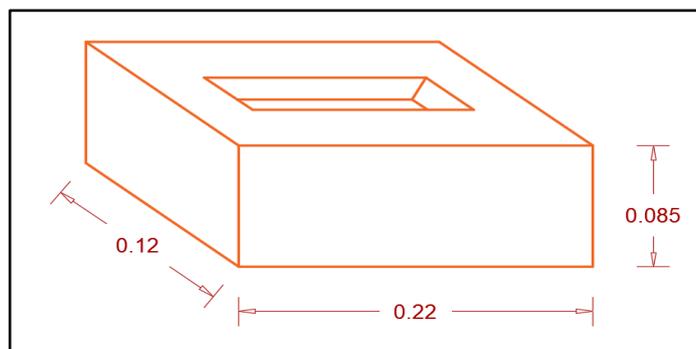


Figura 4: Ladrillo utilizado - artesanal de arcilla.

- Mortero: En el caso de muros no portantes de albañilería su dosificación del concreto es 1:5, 1 proporción de cemento más 5 de agregado, proporciones sacadas de la norma técnica E. 070 de albañilería.

**Tabla 2**

*Tipos de mortero.*

Tipos de mortero				
Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros portantes
Np	1		Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: Tabla 4 de la norma técnica E. 070 de albañilería.

- Prototipo de muro de albañilería: El prototipo de muro fue construido de un metro de longitud y un metro de altura; por lo cual sus dimensiones finales son 1.00 x 1.00 x 0.12 metros sin tarrajear, y tarrajado es 1.00 x 1.00 x 0.15 metros.

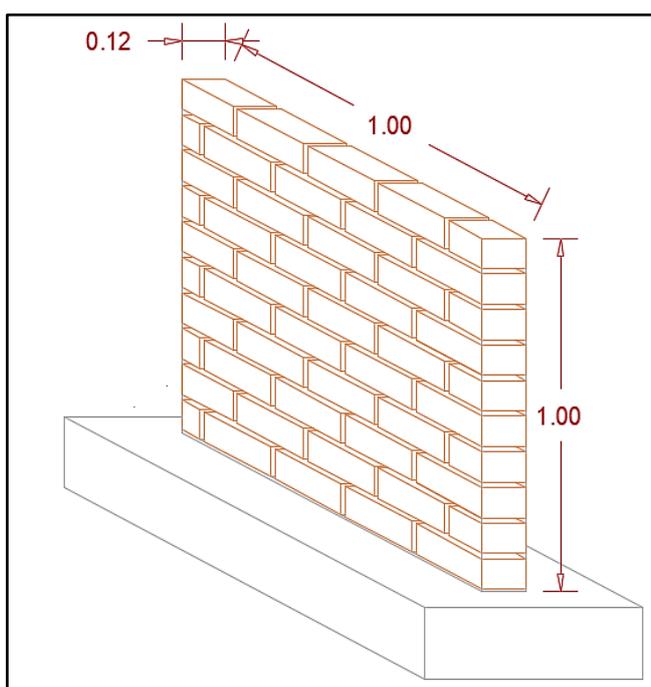


Figura 5: Prototipo de muro 1 y 2 de arcilla.

○ **Muro N° 3 y N° 4: Prototipo de muro teacon**

- Base: La cual servirá de apoyo firme a los prototipos de muros teacon, sus dimensiones serán de 1.20 x 0.65 x 0.20 metros, realizada con concreto pobre y ladrillo casetón de tecnopor de 1.20 x 0.30 x 0.15 metros.

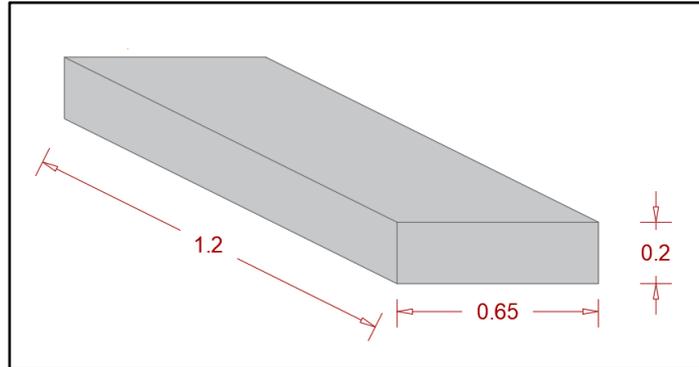


Figura 6: Base para muros prototipo de tecnopor.

- Tecnopor: La plancha de poliestireno expandido o tecnopor mide 1.20 metros de ancho, 2.40 metros de largo y 0.05 metros de espesor; siendo está cortada a las medidas requeridas.

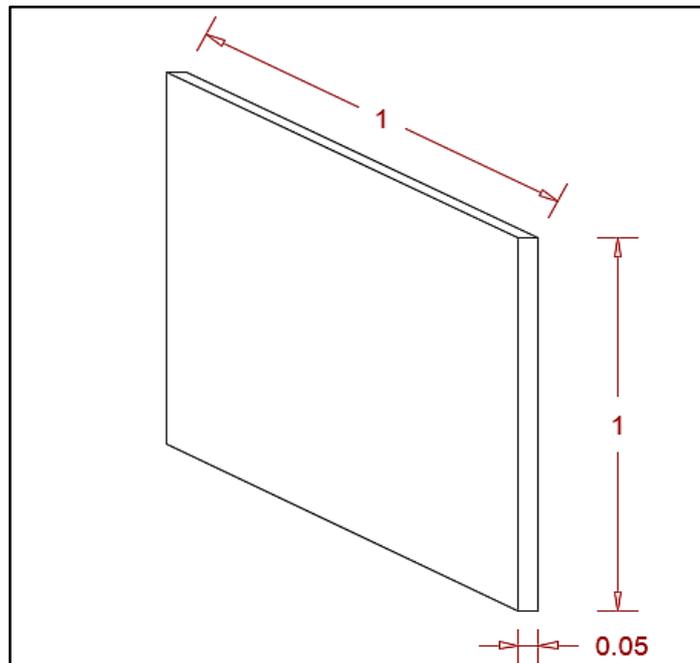


Figura 7: Plancha de tecnopor cortada.

- Malla de acero: Malla de acero electro soldada, con una altura de 0.90 metros y su longitud es variable ya que su comercialización es en rollo.

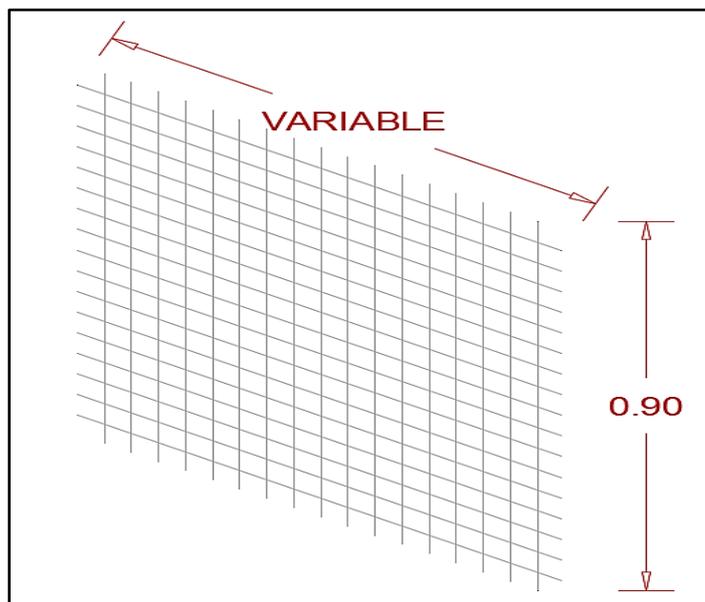


Figura 8: Malla de acero.

- Mortero: en el caso de la tecnología del “muroteacon” el primer mortero utilizado será un baño inicial de grout o concreto liquido con una dosificación de 1:3, para que sea una mezcla más consistente que la de albañilería tradicional que es de 1:5, y la dosificación que se utilizó en el tarrajeo fue de 1:4, también con el propósito de dar mayor resistencia y estabilidad al muro.

**Tabla 3**

*Tipos de mortero para muro teacon.*

Parte	Descripción	Componentes	
		Cemento	Arena
P1	Grout – concreto liquido	1	3
P2	Tarrajeo	1	4

- Muro: El prototipo de mureteacon será de 1.00 metro cuadrado de superficie con 0.06 metro de espesor después de ser revestido de grout.

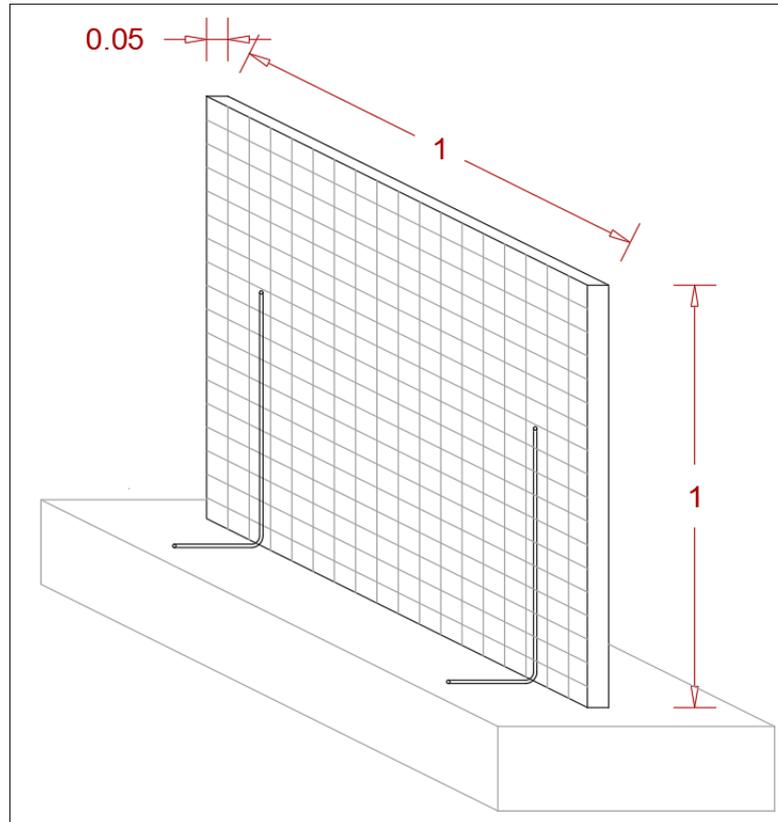


Figura 9: Prototipo de muro 3 y 4 de tecnopor.

o **Muro N° 5: Muro real de albañilería.**

- Muro real de 3.00 m de longitud y 2.00 m de altura.

Se realizó la construcción de un muro de albañilería de tamaño real, de 3.00 m de longitud y 2.00 m de altura. La construcción de este muro se realizó con la finalidad de medir el tiempo real de construcción de mano de obra en un muro con dimensiones comunes, también se pudo visualizar la complejidad que tiene en realizarse vanos o aberturas, en este caso se realizó un vano central en el muro de 1.00 m<sup>2</sup> de área y por último se pudo identificar el proceso y tiempo requerido que conlleva la instalación de tuberías.

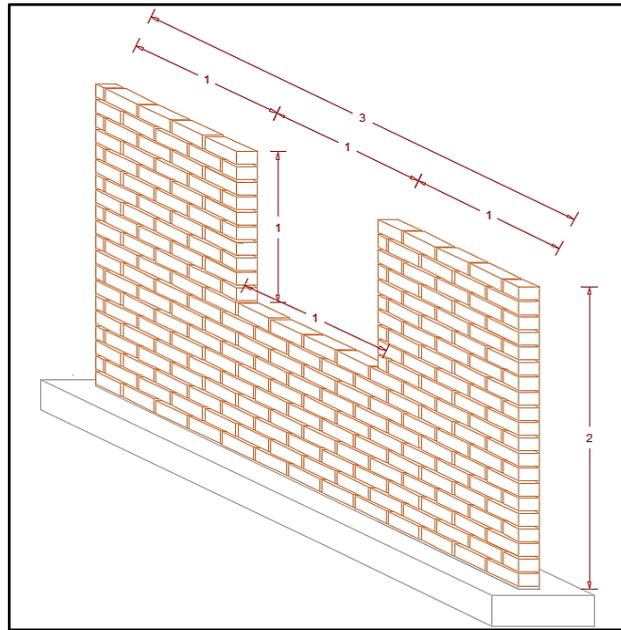


Figura 10: Muro real de unidades de arcilla de 3.00 x 2.00 metros.

○ **Muro N° 6: Muro real teacon.**

- Muro real de 3.00 m (l) y 2.00 m (h). La construcción se realizó con la finalidad de medir el tiempo real de construcción de mano de obra en un muro con dimensiones comunes, también se pudo visualizar la complejidad que tiene en realizarse vanos y se identificó el proceso que conlleva la instalación de tuberías.

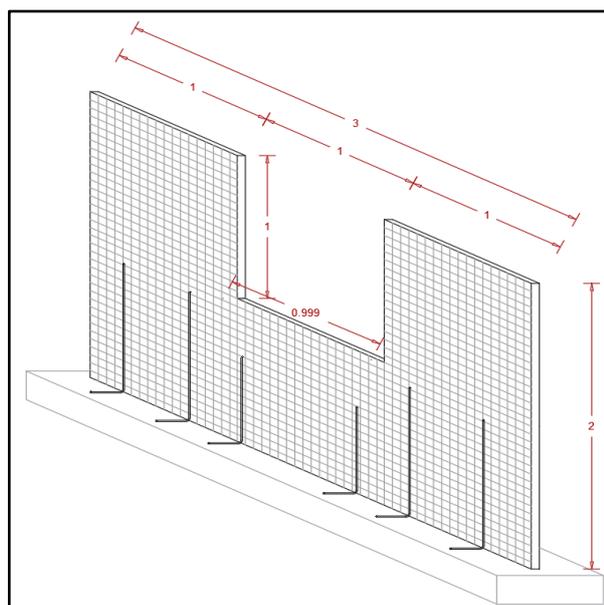


Figura 11: Muro real de planchas de tecnopor de 3.00 x 2.00 metros.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

- Técnica de recolección de datos: en la presente investigación se utilizó la técnica de observación directa, por cual también se define a esta como una investigación descriptiva; los objetos de observación fueron los seis muros construidos.
- Instrumento de recolección de datos: se utilizaron fichas de evaluación, que sirvieron como apuntes de las diferentes características entre ambas estructuras. Estas fichas fueron realizadas para cada uno de los parámetros a evaluar en las estructuras: Ficha de evaluación del metrado de materiales (ver anexo 1), ficha de evaluación del tiempo de construcción (ver anexo 2, anexo 3 y anexo 4), ficha de evaluación del espesor de la estructura (ver anexo 5), ficha de evaluación en complejidad en vanos (ver anexo 6), ficha de evaluación de facilidad en instalación de tuberías (ver anexo 7), ficha de evaluación de transmisión de temperatura (ver anexo 8 y anexo 9) ficha de evaluación de resistencia al fuego (ver anexo 10).

### **2.4.2. Técnicas e instrumentos de análisis de datos:**

- Técnica de análisis de datos: para poder analizar los datos de una manera científica se realizaron procesamiento de datos con estadística descriptiva.
- Instrumentos de análisis de datos: como instrumento principal del análisis se recurrió al Software “Excel” que sirvió para el procedimiento de datos con ayuda de sus tablas y gráficos en sus hojas de cálculo.

## 2.5. Procedimiento

### 2.5.1. Procedimiento para la recolección de datos:

Listado de actividades que se realizó para lograr los objetivos establecidos en función al buen desarrollo de la tesis:

1) Creación de fichas evaluadoras teniendo en cuenta todos los parámetros que se evaluó en ambas estructuras; estos parámetros serán evaluados de forma ordenada y consecutivas para poder realizar las comparaciones necesarias de ambas estructuras; las fichas evaluaron y apuntaron parámetros tales como:

- Metrado de materiales.
- Tiempo de construcción.
- Espesor de estructura.
- Complejidad en vanos.
- Facilidad en instalación de tuberías
- Transmisión de temperatura.
- Resistencia al fuego.

**Tabla 4**

*Materiales y herramientas.*

Muro de albañilería		Muro teacon	
Materiales	Herramientas	Materiales	Herramientas
			Carretilla
			Palana
			Arco sierra
Cemento portald	Carretilla		Alicate
Agregado fino	Palana	Cemento portald	Tijera hojalatera
Agua	Plancha de batir	Agregado fino	Trampa
Ladrillo de arcilla	Plomada	Agua	Nivel
	Cordel	Tecnopor	Soplete
Regla tarrajeo	Brotacho de plástico	Mallas de acero	Plancha de batir
	Bandeja de mezcla	Acero corrugado	Brotacho de plástico
	Regla tarrajeo	Alambre de amarre	Bandeja de mezcla
	Huincha		Regla tarrajeo
			Huincha

2) Construcción de los 6 de muros no portantes:

Se construyó tres tipos de muros de albañilería con ladrillos de arcilla, dos de un metro cuadrado de área y un muro real de tres metros de longitud y dos metros de altura. Y tres muros teacon, dos de un metro cuadrado de área y un muro real de tres metros de longitud y dos metros de altura. La construcción de estos seis muros fue para poder realizar las distintas evaluaciones de los parámetros en todas las estructuras y poder sacar resultados promedios y exactos de estas mediciones.

3) Instalación de tuberías:

Se colocó tubería en ambas estructuras; en los muros reales de 5 metros cuadrados, para así definir en cuál de ellas es más factible y sencilla la instalación.

4) Tarrajeo:

Con el tarrajeo y curado correspondiente, podremos evaluar la complejidad de ambas tecnologías para poder realizar el recubrimiento o tarrajeo de mortero.

5) Evaluación de los parámetros:

Se ha señalado alrededor de nueve parámetros que fueron elegidos por ser reales y accesibles a ser realizados en los muros, también se tomó en cuenta las acciones o partidas más frecuentes en las obras de construcción con respecto a los muros no portantes.

6) Recolección de datos y procesos en las fichas evaluadoras:

Para finalizar el proceso de recolección de datos se apuntó y lleno las fichas de evaluación en cada uno de sus parámetros, para posterior mente desarrollar hojas de cálculo en Excel que sirvan como procesamiento de datos en la determinación de cuál de las estructuras es más eficiente y económica en comparación a la otra.

### 2.5.2. Procedimiento para el análisis de datos:

- Análisis de información teórica recolectada en todo el proceso de revisión sistemática de tesis, teniendo en cuenta aspectos importantes como normas técnicas de procesos constructivos, el reglamento nacional de edificaciones, especificaciones técnicas de los materiales y rendimientos de mano de obra evaluado en la construcción de los muros, señalados en estudios de tesis y datos obtenidos de CAPECO.
- Conclusiones finales y definitivas de la recolección teórica de datos con respecto a las dos estructuras o tecnologías estudiadas en el proyecto.
- El respectivo llenado y análisis de las fichas evaluadoras (ver anexos del 1 al 10) creadas para la recolección de datos de ambas tecnologías.
- Creación del contexto o marco teórico del proceso de creación o construcción de los muros.
- Creación de hojas de cálculo con ayuda de tablas y gráficos en el software Excel, para una mejor evaluación y estimación de la estructura más eficiente.
- Procesamiento de datos obtenido en campo con las fichas de evaluación pos construcción de los dos tipos de muros.
- Determinación de la estructura más eficiente y económica para el mercado de la construcción.
- Recomendaciones finales para un mejor proceso constructivo de ambas estructuras.
- Conclusiones finales de la tecnología muro teacon en comparación a los muros de albañilería tradicionales.

## 2.6. Muro de albañilería de ladrillo de arcilla.

### 2.6.1. Materiales utilizados:

#### ➤ **Ladrillo de arcilla:**

Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo (Moreno, 1981).

El reglamento nacional de edificaciones; Se le denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano (Norma E.070 Albañilería - 2006).

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno (La Norma Técnica Peruana 331.017 – 2003).

La arcilla, es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C (La Norma Técnica Peruana 331.017 – 2003).

Para proceder a fabricar ladrillos, hay que humedecer bien la arcilla. Ya manejable se moldea y para endurecerla y convertirla en ladrillo se procede por el método de secado, éste es de los más antiguos o por cocción que resulta más rápido. Como pierde agua su tamaño se reduce, pero muy poco, alrededor de un 5% (Blanco A. 2004).

➤ **Ladrillo de arcilla industrial:**

Su fabricación es realizada con maquinaria o de una forma mecanizada, su producción y fabricación son en grandes cantidades, son horneadas a grandes temperaturas en hornos industriales donde la temperatura es controlada con medidores. El ladrillo de arcilla industrial son fabricados con uniformidad en sus dimensiones las cuales son 0.24 m de largo, 0.13 m de ancho y 0.09 m de altura.

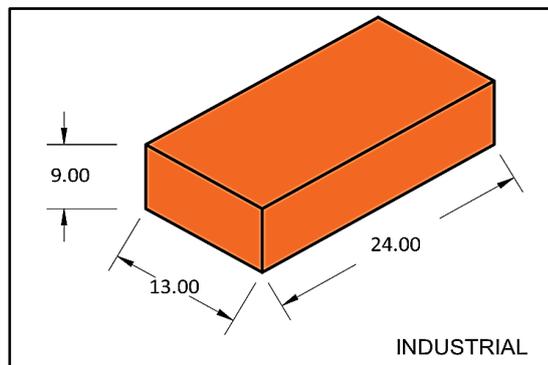


Figura 12: Ladrillo industrial.

➤ **Ladrillo de arcilla artesanal:**

Fabricado con procedimientos manuales en su mayoría, el amasado o moldeado es hecho a mano. Se caracteriza por la variación en sus dimensiones de unidad a unidad y por no contar con superficies lisas ni uniformes. Las dimensiones promedio del ladrillo fueron de largo de 0.22 m, 0.12 m de ancho y 0.085 m de altura.

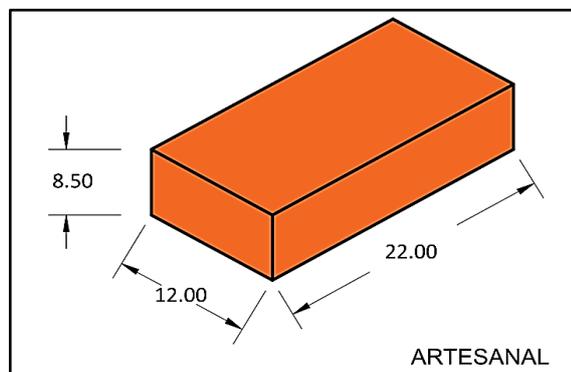


Figura 13: Ladrillo artesanal.

➤ **Mortero:**

En el reglamento nacional de edificaciones claramente especifica que la dosificación para el mortero de la junta y tarrajeo de muros no portantes es de 1:5 siendo una proporción de cemento más cinco de agregado fino.

En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero con un espaciamiento uniforme.

El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra (Norma E. 070 Albañilería).

En el caso de la medida de las juntas horizontales y verticales, el máximo espaciamiento es de 1.50 centímetros o 0.015 metros de espesor, en obra se le denomina como un espaciamiento del grosor del dedo. Una junta de mayor espesor o demasiada gruesa debilitaría el muro.

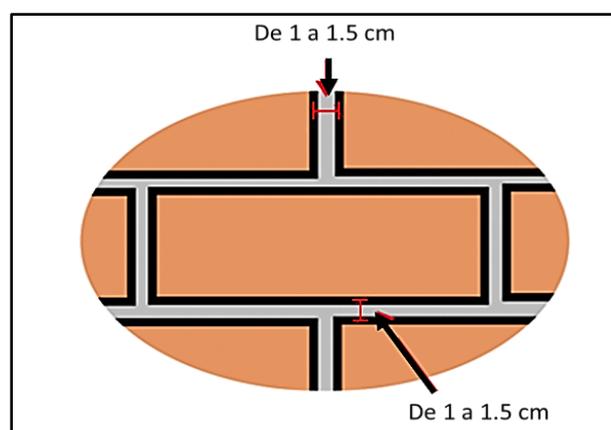


Figura 14: Espesor máximo de junta.

### 2.6.2. Herramientas empleadas:

Para el proceso constructivo del muro de albañilería a base de ladrillo King Kong de arcilla se utilizó las siguientes herramientas:

➤ Carretilla y pala:

Su función principal es el acarreo o transporte del material, adicional al cemento y agregado con ayuda de estas herramientas también se puede trasladar las unidades de arcilla asiendo así más sencillo su desplazamiento.



Figura 15: Carretilla y pala.

➤ Huincha:

Su función es realizar mediciones longitudinales.



Figura 16: Huincha.

➤ Plancha de batir:

La plancha de batir echo de material de acero templado con mango de madera o platico, sirve para realizar el mesclado de mortero para la junta y tarrajeo del muro.



Figura 17: Plancha de batir.

➤ Plomada:

Herramienta utilizada para verificar la verticalidad exacta a 90° grados en los extremos de los muros.



Figura 18: Plomada.

➤ Cordel:

Para realizar una horizontal exacta de los muros a lo largo de toda la longitud; es amarrada en ambos lados del muro con ayuda de los ladrillos extremos y de esa manera se sigue una línea recta con todos los ladrillos del medio.



Figura 19: Cordel.

➤ Brotacho de plástico:

Su función radica en no dejar caer la mezcla de la junta al rellenar los espacios en la colocación de las hileras de ladrillo y dejar lisa la superficie en el proceso de tarrajeo, revestimiento o terminado.



Figura 20: Brotacho de plástico.

➤ Bandeja de mezcla:

Recipiente de plástico, aluminio o metal que sirve para realizar una mezcla más pura y sin contaminación, al mencionar contaminación se refiere a que este alejada a partículas de polvo o suciedades orgánicas del suelo; común mente en las obras se puede observar que estos recipientes son de jebe, o el mismo material de las llantas vehiculares.



Figura 21: Bandeja de mezcla.

➤ Regla de tarrajeo:

Elementos rectos y lisos para la etapa de tarrajeo, proporciona una superficie más uniforme en los muros; cabe mencionar que el material es liviano y el metal con el que está hecho es el aluminio para un mejor manejo.



Figura 22: Regla de tarrajeo.

### 2.6.3. Muro de albañilería:

➤ **Peso del muro de arcilla:**

En el Reglamento nacional de edificaciones (Norma E. 020 Cargas).

Peso del muro albañilería sin tarrajar = 1800 Kg/m<sup>3</sup>

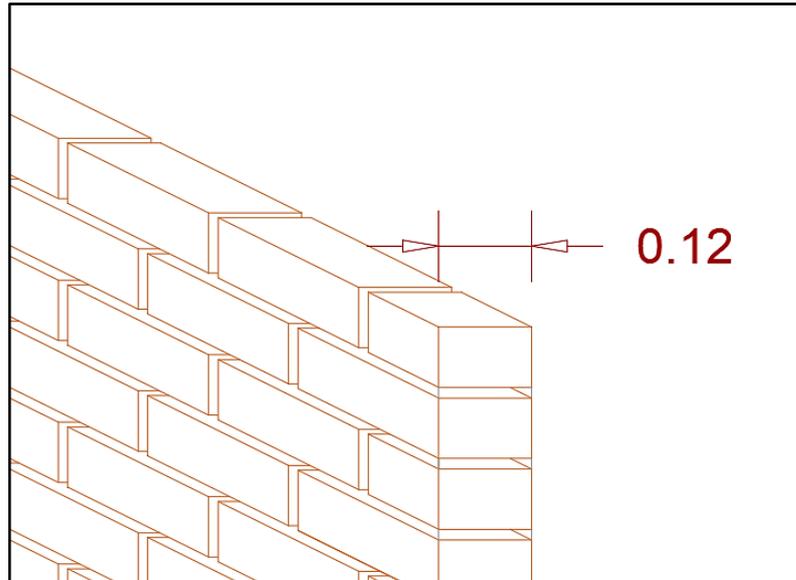


Figura 23: Muro de ladrillos de arcilla sin tarrajeo.

Peso de albañilería con tarrajeo = 1900 Kg/m<sup>3</sup>

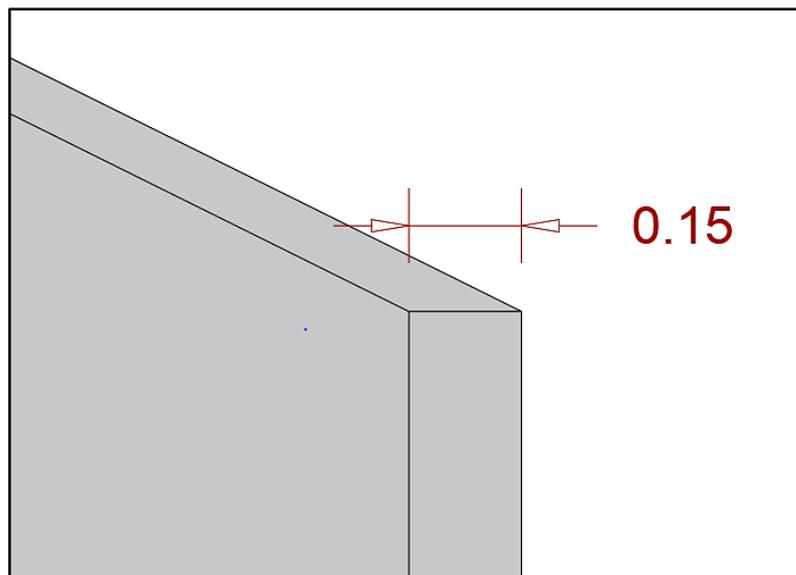


Figura 24: Muro de ladrillos de arcilla con tarrajeo.

➤ **Espesor del muro de arcilla:**

El espesor del muro depende básicamente del espesor del ladrillo más 1.5 cm de tarrajeo en cada cara del muro.

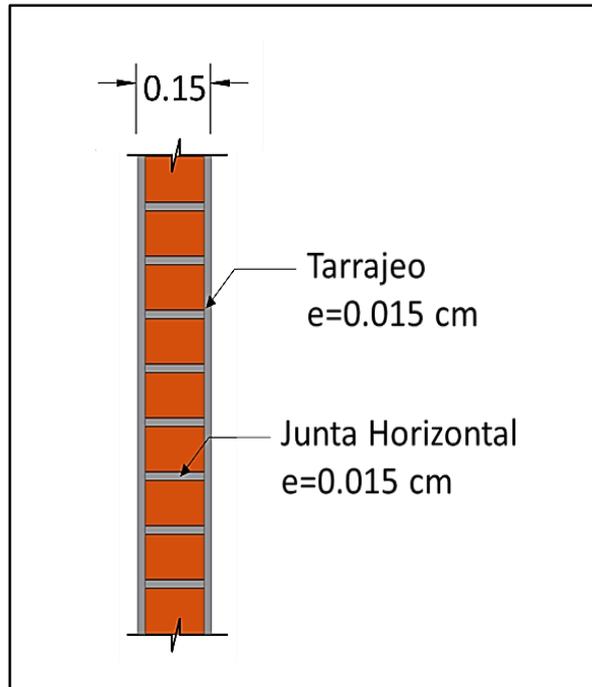


Figura 25: Espesor de muro de albañilería.

- Espeso de ladrillo: 0.12 m.
- Espesor de tarrajeo: 0.015 m por cara.
- $t = \text{Espesor total del muro} = 0.12 + 0.015 + 0.015 = 0.15 \text{ m}$

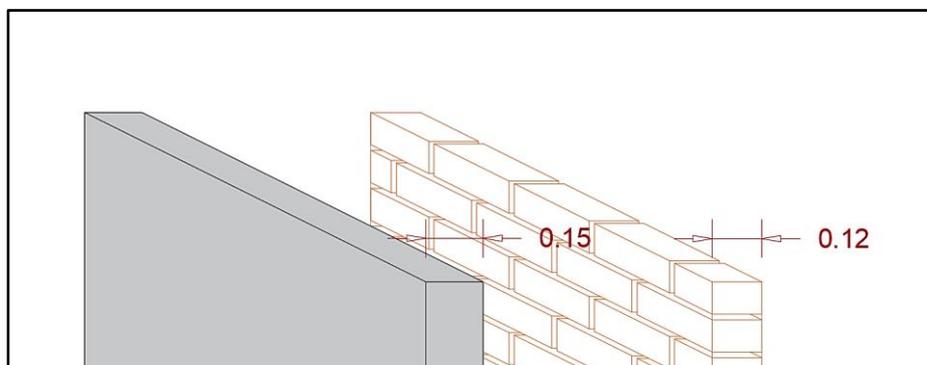


Figura 26: Diferencia de espesor de muro de albañilería.

➤ **Rendimiento de mano de obra en muros de albañilería:**

Estos datos son obtenidos de la tesis “RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA EN LA PARTIDA: CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA” realizada por la ingeniera Anghela Magaly Rojas Montoya en la Universidad Privada Del Norte sede Cajamarca en el año 2014.

▪ **Redimiendo Lima - Callao:**

Los rendimientos señalados en la CAPECO son referidos a mano de obra en Lima y Callao, pero son estudios con bases científicas en experiencias o situaciones reales las cuales pueden ser señaladas como guía.

Desacuerdo a la CAPECO la mano de obra en la partida de muros de albañilería tipo sogá con ladrillos de arcilla King Kong tiene un rendimiento promedio de:

- Rend. Lima – Callao = 9.30 m<sup>2</sup>/día (8 horas)

▪ **Rendimiento Cajamarca:**

Para lograr obtener datos científicos con respecto a los rendimientos de mano de obra en la ciudad de Cajamarca la ingeniera Rojas Montoya realizo la evaluación de distintas construcciones, para luego realizar cálculos promedios y sacar un valor exacto.

La cuadrilla en esta evaluación se compone de un operario al 100% y el 50% de un peón en acarreto y ayuda en mezcla.

- Rend. Cajamarca = 8.90 m<sup>2</sup>/día (8 horas)

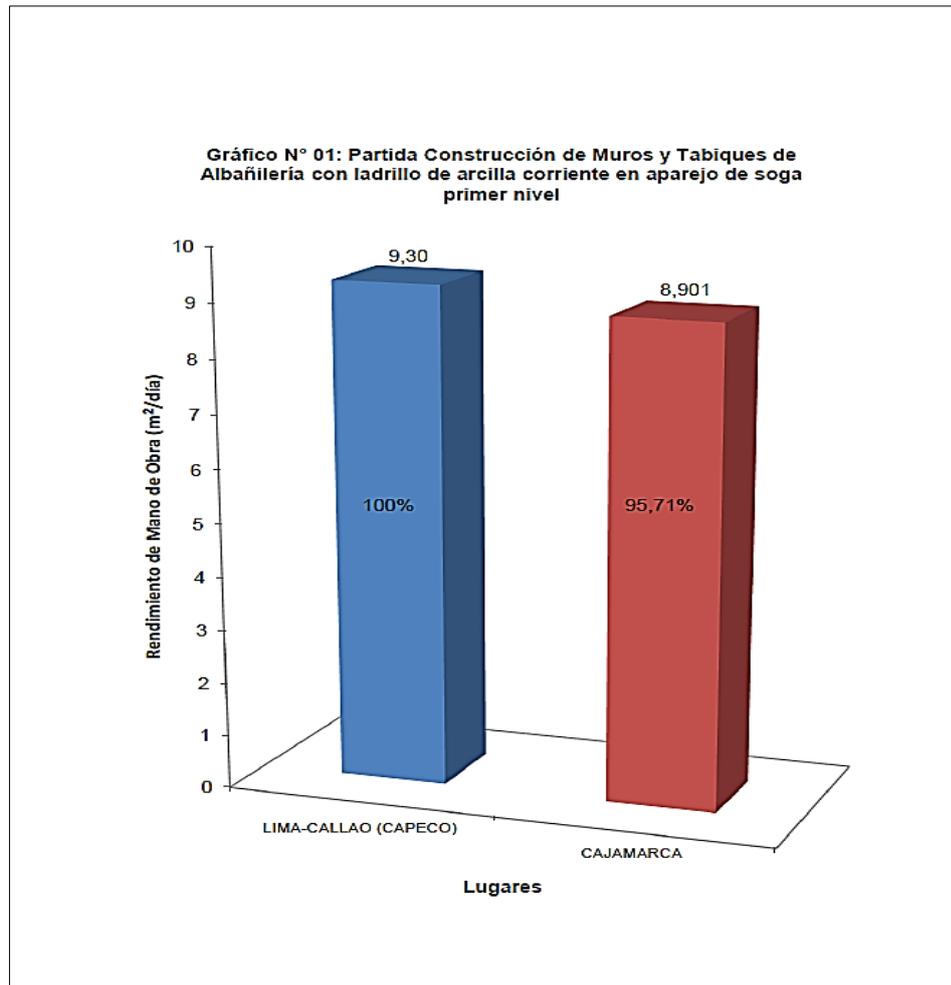


Figura 27: Porcentajes de rendimiento en muros de albañilería.

Fuente: Tesis: Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería.

➤ **Rendimiento de mano de obra en tarrajeo: Según CAPECO.**

Uno de los parámetros importantes es el tiempo que llevara la construcción de los muros de ambas estructuras o tecnologías, el tarrajeo tiene que ser incluido en este proceso ya que también se midió el tiempo que conlleva esta actividad para definir el tiempo total de construcción de estos muros.

Según CAPECO el rendimiento promedio en tarrajeo es:

- Rend. Lima – Callao = 20.00 m²/día (8 horas)

➤ **Cantidad de ladrillos para muro:**

En los procesos constructivos una de las partes de suma importancia viene a ser la obtención exacta de materiales, equipos, herramientas, mano de obra. Estos datos obtenidos de forma exacta y segura dan continuidad a los procesos constructivos que involucra un ahorro de tiempo y dinero.

La obtención de material se obtiene con el desarrollo de los metrados, este proceso es básicamente el cálculo de la cantidad de cada material por partida, en el caso de ladrillos de arcilla para los muros de albañilería tipo sogá el manual de construcción de Aceros Arequipa nos proporciona una ecuación, la cual nos da con datos de los espesores de las juntas verticales y horizontales la cantidad exacta de ladrillos por metro cuadrado de muro.

La siguiente fórmula no considera desperdicio, y el desperdicio es un factor importante para no atrasar la construcción por falta de material; por lo cual se considera un 5% adicional como desperdicio al cálculo final de la ecuación.

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)}$$

$CL$  = cantidad de ladrillos por  $m^2$   
 $L$  = longitud de ladrillo (m)  
 $J_h$  = espesor junta horizontal (m)  
 $H$  = altura del ladrillo (m)  
 $J_v$  = espesor junta vertical (m)

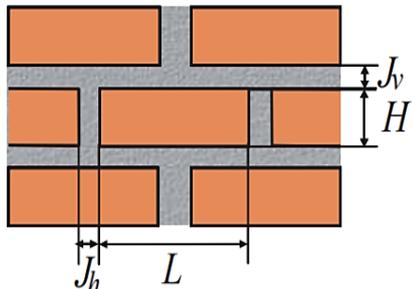


Figura 28: Cantidad de ladrillo por  $m^2$  de muro.

Fuente: Manual de construcción de Aceros Arequipa.

#### 2.6.4. Proceso constructivo de muro de albañilería:

- Construcción y Mantenimiento de viviendas de albañilería, Blondet (2015).
  - Acarreo: Se traslada el material suficiente hacia el lugar de trabajo con carretillas.
  - Hidratación de ladrillo: Un día antes de levantar los muros se limpia los ladrillos y se humedece con agua durante 20 minutos. Luego, se deja reposar.
  - Preparación de mortero: Para preparar el mortero utiliza 1 lata de cemento por cada 5 latas de arena gruesa de río limpia.
    - Primero mezcla el cemento y la arena en seco.
    - Luego agrégalas agua conforme vayas avanzando con la construcción de los muros.
  - Hiladas: Antes de construir la primera hilada de muro presenta los ladrillos sin mortero (emplantillado) para ver cómo van a ser los amarres de los ladrillos.
    - Se coloca ladrillos maestros en los extremos de los muros y se une con un cordel por sus bordes exteriores. Esto ayudará a tener alineados los ladrillos en cada hilada. Una vez colocado el ladrillo se presiona hasta que la junta quede de 1.5 cm.

- La parte superior de cada hilada debe quedar perfectamente horizontal.
- Se humedece la parte superior del sobre cimientto con una lechada de cemento.
- Se coloca escantillones para controlar el espesor de las juntas horizontales.
- Para la construcción de la primera hilada se coge mezcla de la batea con el badilejo y espárcela sobre el sobre cimientto. Coloca los ladrillos sobre la mezcla que has echado y verifica que los bordes de los ladrillos rocen el cordel que une a los ladrillos maestros. Para la construcción de las hiladas superiores colocar mezcla sobre la hilada inferior y llenar también las juntas verticales.
- Para asentar mejor el ladrillo golpear suavemente con el mango del badilejo.
- Control de Nivel: Cada 4 hiladas o serie de ladrillos, se debe comprobar con una plomada, (herramienta de plomo) para controlar que el muro esté perfectamente vertical.
- Cordel: Se verifica la horizontalidad del muro con un cordel entrelazado entre los muros.

## 2.7. Muro teacon de planchas de tecnopor

### 2.7.1. Materiales utilizados:

#### ➤ **Tecnopor:**

Es un material que es aplicado en la construcción como juntas de dilatación o separación de estructuras, e ideal para ser aislante térmico, aislante sonoro y altamente resistente al fuego, ya que en contacto con este el material simplemente desaparece.

Su funcionalidad y gran uso también se debe al poco peso o carga que tiene este material, teniendo como peso específico alrededor de los 10.00 kg por m<sup>3</sup>.

El tecnopor es comercializado en unidades por planchas con medidas de 1.20 metros de ancho por 2.40 metros de largo; y el espesor de este material es variable desde 1.00 cm hasta las 10”.

### **Tabla 5**

*Especificación técnica del tecnopor.*

<b>Atributos</b>	<b>Detalles</b>
Características	"Ideal para juntas estructurales y tabiquería.
Marca	Indupol
Unidades	1 plancha
Medidas	1.20 x 2.40 m
Área de cobertura	2.88 m <sup>2</sup> x plancha
Espesor	2” – 5.00 cm
Material	Poliestireno
Usos	Ideal para aislantes térmicos y juntas de dilatación.
Recomendaciones	Tener cuidado en el transporte a obra.
Densidad	10.00 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Ficha técnica – Maestro.



Figura 29: Especificaciones técnicas del tecnopor.

Fuente: Ficha técnica - POLEXPAN.

➤ **Mallas de acero:**

El alambre tejido romboidal es el más adecuado para la instalación de todo tipo de cercados ya que posee resistencia a altas tensiones evitando posibles deformaciones y una excelente uniformidad en su galvanizado.

Se presentan en una amplia variedad de dimensiones en cuanto a la abertura de la malla, altura del tejido y calibre de los alambres. Además, viene compactado, resultando más económico su transporte. Longitud del rollo 50 m.

El peso específico del rollo de la malla electro soldada de 0.90 metros de altura es de 20.70 Kg.

➤ **Acero corrugado:**

El acero corrugado que se utilizara es de 3/8” y 1/2”; la razón de la utilización de estos diámetros es que los aceros de mayor sección no pueden obtener un doble perfecto de 90°. Estos dobles es el anclaje en el falso piso o losa aligerada para poder estabilizar el muro teacon.

El anclaje vertical o del suelo se puede realizar de dos formas, uno es taladrando la superficie e incrustando en ella aceros longitudinales y la otra será un anclaje en forma de L, cuyas longitudes serán de altura entre 0.5 m y 1.20 m y la longitud vertical de 0.20 m a 0.60 m según corresponda en construcción.

El acero le proporciona al muro estabilidad y rectitud en su colocación para posteriormente poder ser colocados en su posición para proceder al revestimiento con grout o concreto líquido.

En el caso de un muro de gran superficie se puede estabilizar mejor con ayuda de la armadura de las columnas, el confinamiento, o estabilizarlas con madera de encofrado tales como los pies derechos.

**Tabla 6**

*Peso de aceros.*

Diámetro del Fierro	Área nomina mm <sup>2</sup>	Peso mínimo Kg/m	Peso nominal kg/m
6 mm	28	0.207	0.222
8 mm	50	0.371	0.395
3/8”	71	0.526	0.56
12 mm	113	0.835	0.888
1/2”	129	0.934	0.994
5/8”	199	1.459	1.552
3/4”	284	2.101	2.235
1”	510	3.735	3.973
1 3/8”	1006	7.433	7.907

Fuente: Manual de construcción de aceros Arequipa.

➤ **Alambre de amarre:**

Este alambre servirá para enlazar tipo sanguuche las mallas de acero electro soldadas con las planchas de tecnopor. También darán amarre para una mejor estabilización a las placas con los aceros longitudinales o de anclaje. Este alambre se habilitará de una longitud aproximada de 32.00 cm dándole posteriormente la forma de “U” para poder ser colocada en las placas.

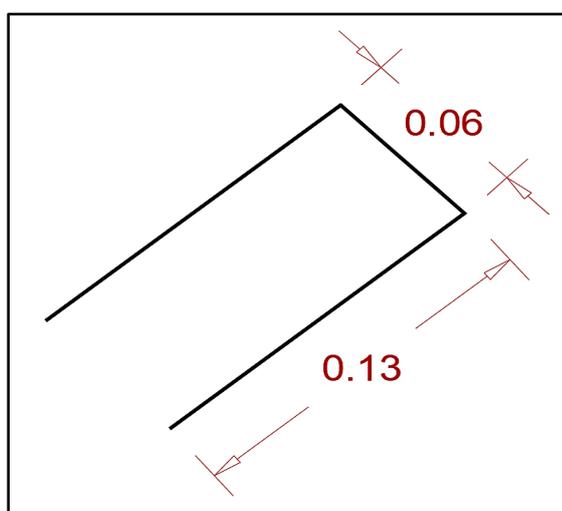


Figura 30: Forma de alambre de amarre.

➤ **Mortero:**

En el caso del muro teacon se le incorporara concreto en dos diferentes etapas; la primera es un concreto liquido como un pre bañado del muro, para darle resistencia y estabilidad y el segundo es el tarrajeo como terminado del muro.

**Tabla 7**

*Dosificación del muro teacon.*

DOSIFICACIÓN DE MURO TEACON					
Fase	Descripción	Dosificación	Cemento	Arena	Uso
1º Fase	Recubrimiento de muro	1:3	1	3	No portantes
2º Fase	Tarrajeo	1:4	1	4	No portantes
Muros 2.50 a +	Recbr. y tarrajeo	1:3	1	2	No portantes

### 2.7.2. Herramientas empleadas:

Para el proceso constructivo del muro teacon de tecnopor y mallas de acero se utilizó las siguientes herramientas:

➤ Carretilla y pala:

Su función principal es el acarreo o transporte del material, adicional al cemento y agregado con ayuda de estas herramientas también se puede trasladar las unidades de arcilla haciendo así más sencillo su desplazamiento.

➤ Huincha:

Su función es realizar mediciones longitudinales.

➤ Plancha de batir:

La plancha de batir echo de material de acero templado con mango de madera o plastico, sirve para realizar el mesclado de mortero para la junta y tarrajeo del muro.

➤ Brotacho de plástico:

Su función es no dejar caer la mezcla de la junta al rellenar los espacios y dejar lisa la superficie en el proceso de tarrajeo.

➤ Bandeja de mezcla:

Recipiente de plástico, aluminio o metal que sirve para realizar una mezcla más pura y sin contaminación.

➤ Regla de tarrajeo:

Elementos metálicos, rectos y lisos para la etapa de tarrajeo, proporciona una superficie más uniforme en los muros.

➤ Arco cierra:

Para cortar a la medida requerida el acero corrugado que servirá para estabilizar el muro y dar forma y dimensiones a las planchas de acero.



Figura 31: Arco cierra.

➤ Trampa y tubo:

Le daré el doble al acero corrugado con un ángulo de 90 grados.



Figura 32: Trampa.

➤ Alicates:

Corta el alambre de amarre para compactar las mallas y el tecnopor.



Figura 33: Alicates.

➤ Nivel:

Verificar la verticalidad del muro.



Figura 34: Nivel de mano.

➤ Tijera hoja lateral:

Para cortar a medida requerida la malla electro soldada.



Figura 35: Tijera hojalatera.

➤ Soplete:

Herramienta utilizada para la instalación de tuberías en los muros de tecnopor, estos se gradúan y realizan los hundimientos en la plancha y así poder colocar las tuberías.



Figura 36: Soplete.

### 2.7.3. Muro teacon:

➤ **Descripción:**

Son paneles de un núcleo mixto o combinado de poliestireno expandido o tecnopor como material base y mallas de acero de alta resistencia vinculadas mediante conectores electro soldadas la cuales recubren estas planchas de tecnopor.

El uso del poliestireno expandido o tecnopor es utilizado en elementos estructurales como losas, cubiertas, entrepisos y paredes o muros; en la presente tesis se desarrolló la tecnología o muros teacon la cual tiene a este material como material base y agregándole las mallas de acero.

Estos muros son esencialmente aptos para resistir cargas flexo compresión con flexión dominante, ya que está forrado en toda su superficie con mallas de acero electro soldadas las cuales le dan gran capacidad de tracción.

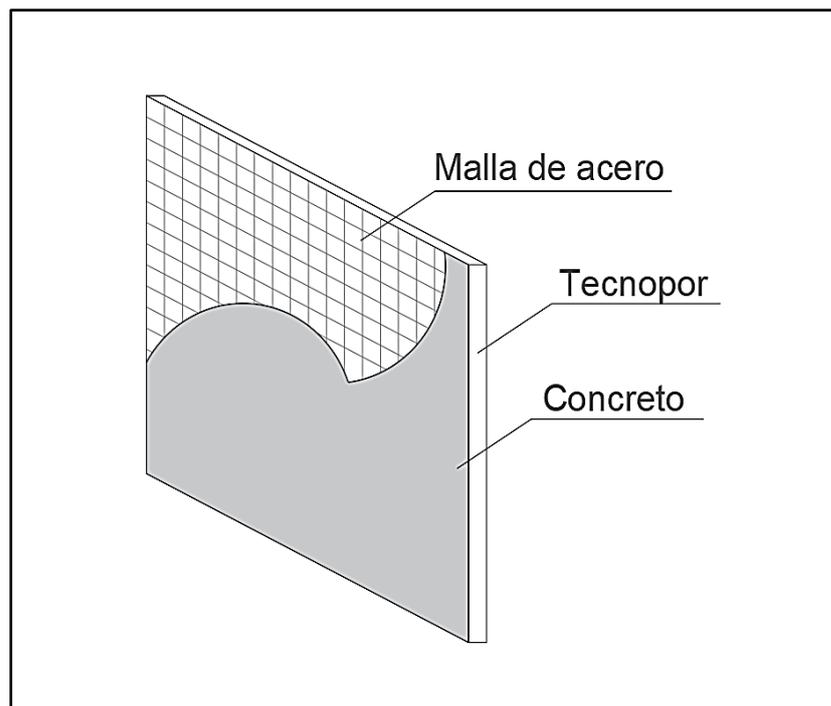


Figura 37: Muro teacon.

➤ **Ficha técnica:**

El material de Concrehaus es muy popular en Argentina, país donde fabrican esta tecnología para realizar construcciones empleando solo esta tecnología sin incluir ningún otro tipo de elemento estructural. Concrehaus es una empresa que se encarga de la fabricación de este tipo de tecnología, para poder ser parte de la construcción.

- **Densidad:** Variable. Frecuente: 11-12 kg/m<sup>3</sup>.
- **Espesor del EPS/Neotech:** Variable, entre 4 y 25 cm. Espesores frecuentes: 8-10 cm para losas y cubiertas.
- **Ancho del núcleo:** 1,20 m.
- **Ancho de cada malla:** 1,24 m.
- **Ancho total:** 1,28 m.
- **Longitud:** Variable, en múltiplos de 0,1 m.
- **Onda:** Variable. Típica: Longitud 8 cm (4 + 4). Amplitud: 1,5 cm (0,75 + 0,75).

Figura 38: Datos técnicos.

Fuente: Concrehaus.

➤ **Peso específico:** Peso específico del tecnopor y de revoques y enlucidos.

**Tabla 8**

*Peso específico de enlucidos y revoques.*

Enlucido o Revoque	Peso en Kg/m <sup>3</sup>
Mortero de cemento	2000.00
Mortero de cal y cemento	1850.00
Mortero de cal	1700.00
Yeso	1000.00

Fuente: Norma E. 020 Cargas.

**Tabla 9**

*Peso específico del tecnopor.*

Plancha de tecnopor	Peso en Kg
Tecnopor Kg/ m <sup>3</sup>	10.00
Plancha 2.4 x 1.2 e = 0.05 cm	1.44
1.00 m <sup>2</sup> tecnopor	0.50

➤ **Espesor de muro:**

El muro teacon tiene una plancha de tecnopor de 5.00 la cual es la base de la tecnología, a esta se le agrega por ambos lados una malla de tecnopor la cual no tiene un ancho específico.

En el primer revestimiento que tiene este muro es con grout o concreto liquido con una dosificación de 1:3 y para el tarrajeo de 1:4 dando así más resistencia que el tarrajeo del muro de albañilería.

El muro al estar perpendicular o parado ya en su posición final con la malla de acero adherida a él tiene un espesor de 5.00 cm ya que la malla no aumenta esta dimensión, con el chispeo de grout el muro puede llegar a tener hasta 6.00 cm de espesor, pero ya terminado, ósea recubierto con mortero en el tarrajeo el muro puede llegar a tener un espesor final de 8.00 cm.

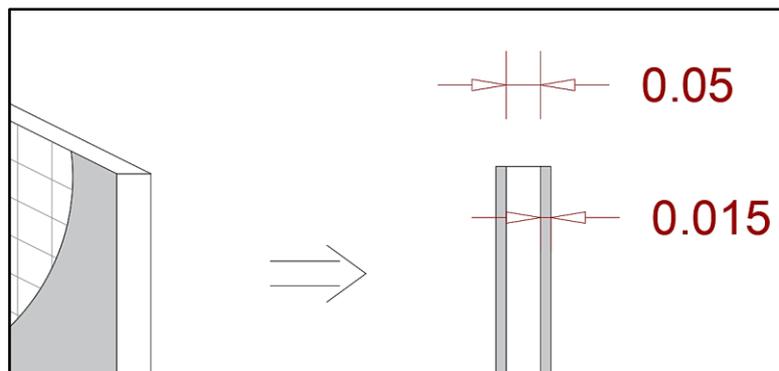


Figura 39: Espesor de muro teacon.

- Espesor de tecnopor: 0.05 m.
- Espesor de tarrajeo: 0.015 m por cara.
- $t = \text{Espesor total del muro} = 0.05 + 0.015 + 0.015 = 0.08 \text{ m}$

#### 2.7.4. Proceso constructivo:

##### a) Acarreo del material:

Se traslada el material suficiente hacia el lugar de trabajo con carretillas en el caso del agregado, bolsas de cemento, las mallas de acero y alambre de amarre. En el caso de acero corrugado o planchas de tecnopor son trasladadas en forma manual.

##### b) Habilitación de acero.

La estabilización de estos muros se puede realizar de dos formas, una es con aceros longitudinales incrustados en el falso piso o losa y la segunda es con anclajes con aceros en forma de “L”. El acero corrugado que se utilizara para la estabilización de este muro es de 3/8”, ya que es el acero más grueso que da la posibilidad de crear unos dobles de 90° en forma de “L”. La longitud que anclara en el suelo es de 20.00 cm o el espesor de la losa. En caso de incrustar acero longitudinal en la superficie del falso piso o losa la longitud mínima de incrustamiento será de 10.00 cm a presión. La altura que tendrá el acero estabilizador dependerá de la altura total del muro o altura de entre piso (Ver tabla N°10).

**Tabla 10**

*Acero estabilizador.*

ACERO ESTABILIZADOR	
Altura del muro (m)	Altura del acero (m)
0.5 – 1.20	0.40 – 0.60
1.20 – 2.20	0.60 – 0.80
2.20 – +	0.80 – +

**c) Separación del acero estabilizador:**

La separación del acero estabilizador será de acuerdo a lo requerido en obra, teniendo en cuenta el ancho de 1.20 m de la plancha de tecnopor; esta separación no será menor a 0.80 m de distancia y teniendo en cuenta que por cada plancha de tecnopor tiene que tener por lo menos un acero estabilizador en cada extremo.

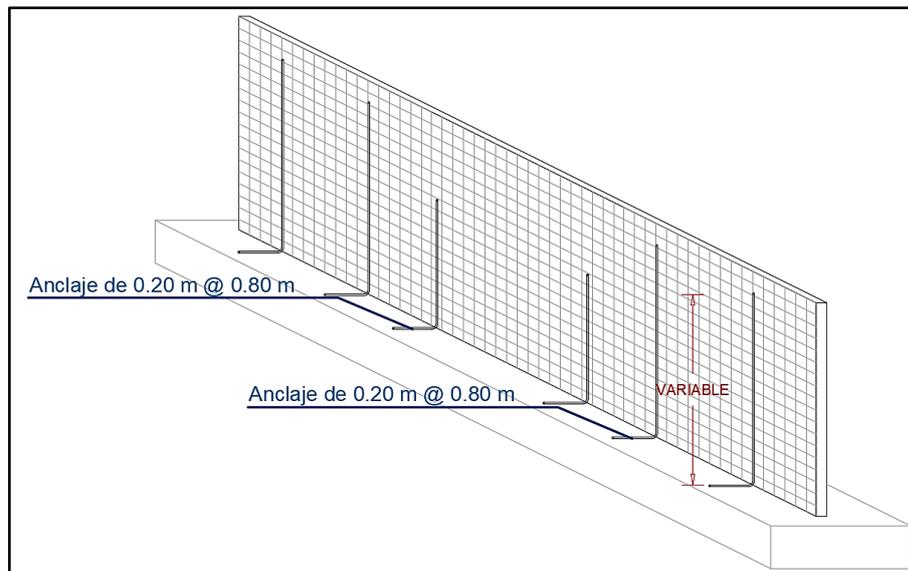


Figura 40: Separación de acero de anclaje.

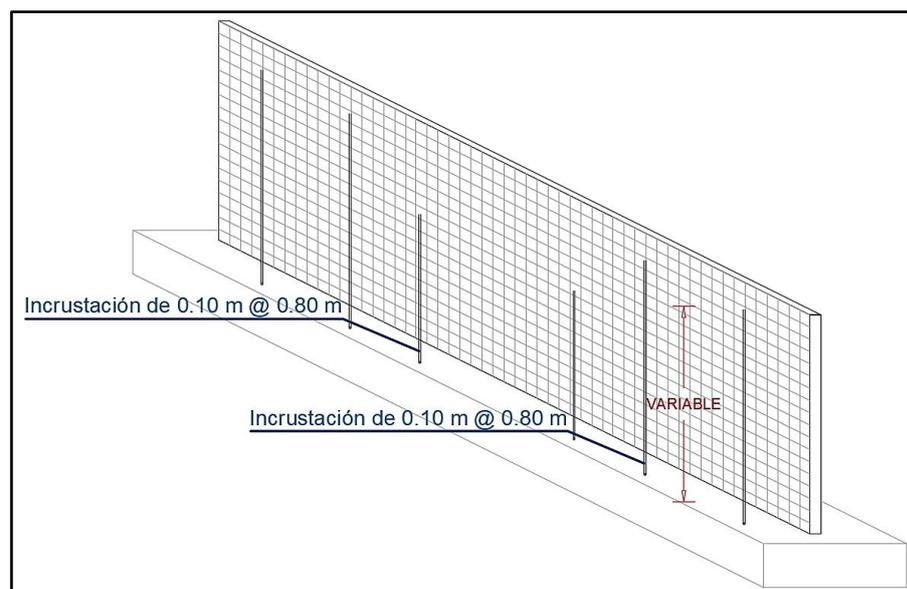


Figura 41: Separación de acero longitudinal.

#### d) Delimitación y corte en planchas de tecnopor

La plancha de tecnopor viene con una dimensión de fabricación de 2.40 m de largo por 1.20 m de ancho, con distintos espesores; en nuestro caso se utilizó un tecnopor de 5.00 cm de espesor, ya que la comercialización del tecnopor es en planchas, a estas deberán realizarse cortes o rellenos según los requerimientos en obra para las áreas o superficies de los muros. En caso haya presencia de vanos el corte se puede realizar antes o después del levantamiento del muro o tecnopor.

Esta delimitación se realiza con un marcador indeleble y guincha para marcar las líneas que se procederán a cortar; después de tener las líneas en la superficie de la plancha con ayuda de la herramienta arco cierra estas son cortadas.

Para mayor seguridad del muro teacon se recomienda utilizar el lado más largo de la plancha como la altura longitudinal del muro o entre piso y el lado de 1.20 m de la plancha se utilice como base del muro.

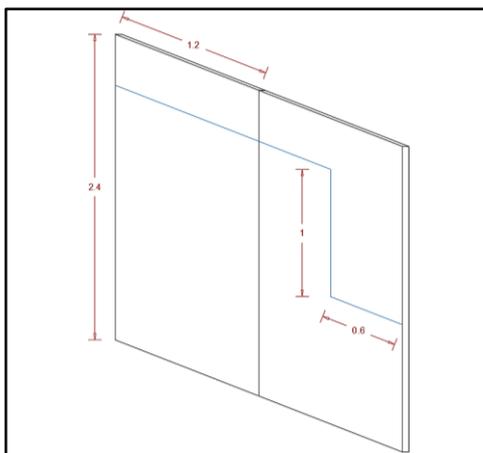


Figura 42: Delimitación del corte.

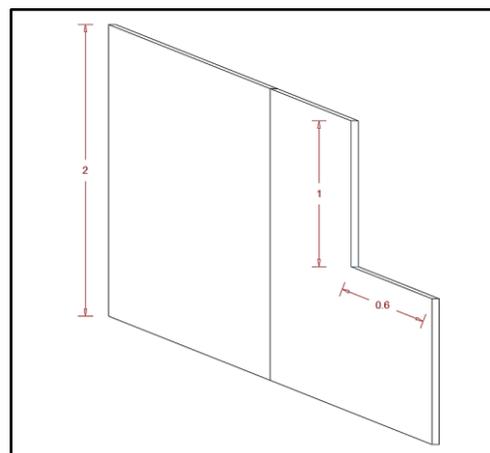


Figura 43: Corte en tecnopor.

**e) Unión de tecnopor y malla de acero.**

La unión del tecnopor y mallas de acero se recomienda que se realice después de tener las planchas habilitadas con los cortes respectivos y antes de ser colocadas en su posición final y ser ancladas a los aceros.

Las planchas de tecnopor tiene que ser cubiertas en su totalidad con las mallas de acero, la unión se realizará con alambre de amarre a 30 cm de separación como máximo.

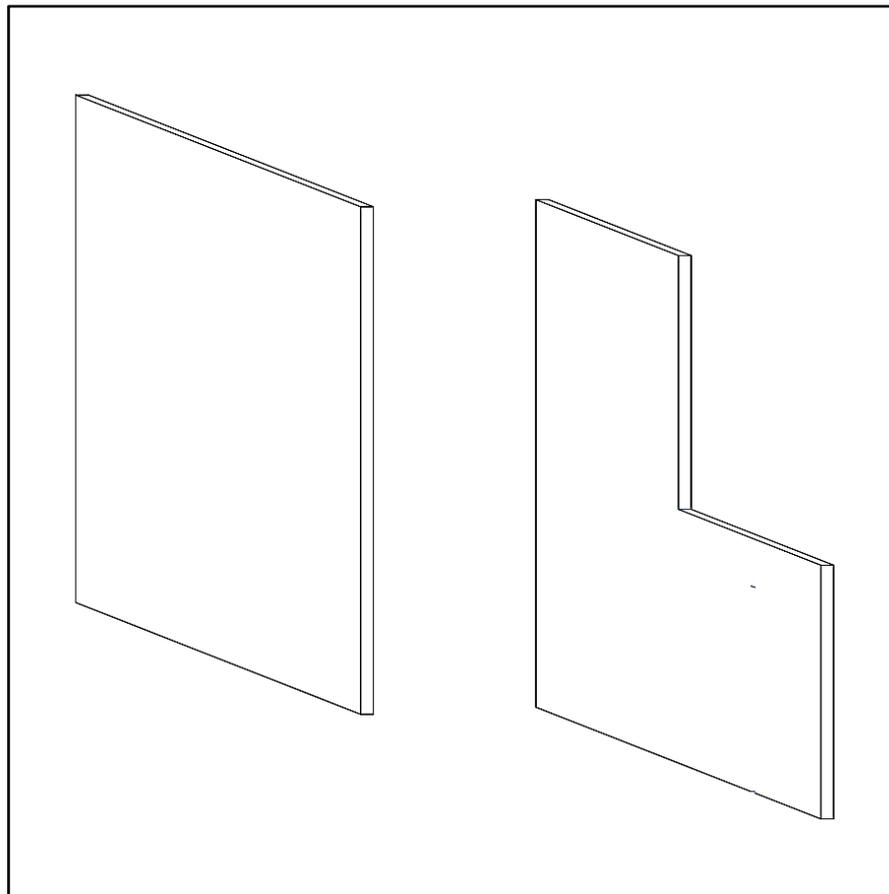


Figura 44: Planchas de tecnopor sin mallas de acero.

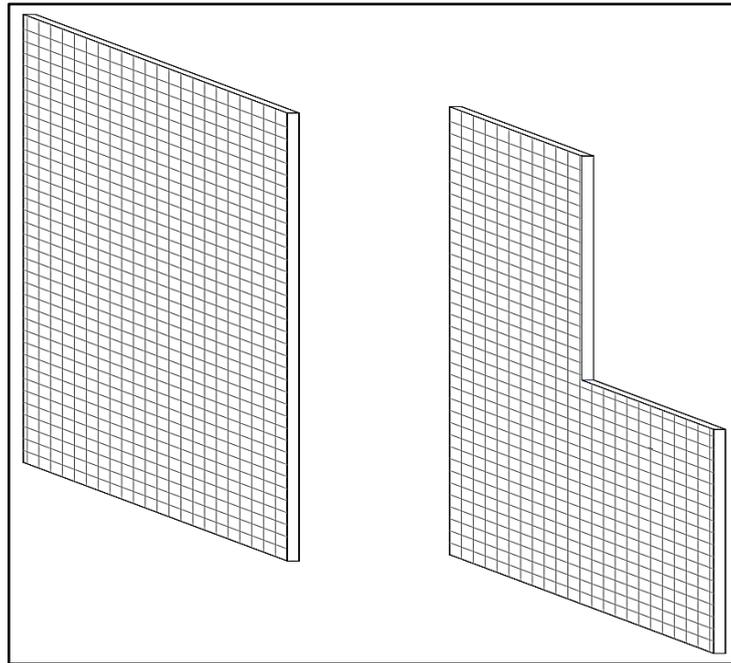


Figura 45: Planchas de tecnopor con mallas de acero.

**f) Incrustación de planchas en aceros estabilizadores.**

Luego de unir la plancha con la malla de acero se prosigue con la colocación de estas placas a los aceros estabilizadores ya colocados con anterioridad.

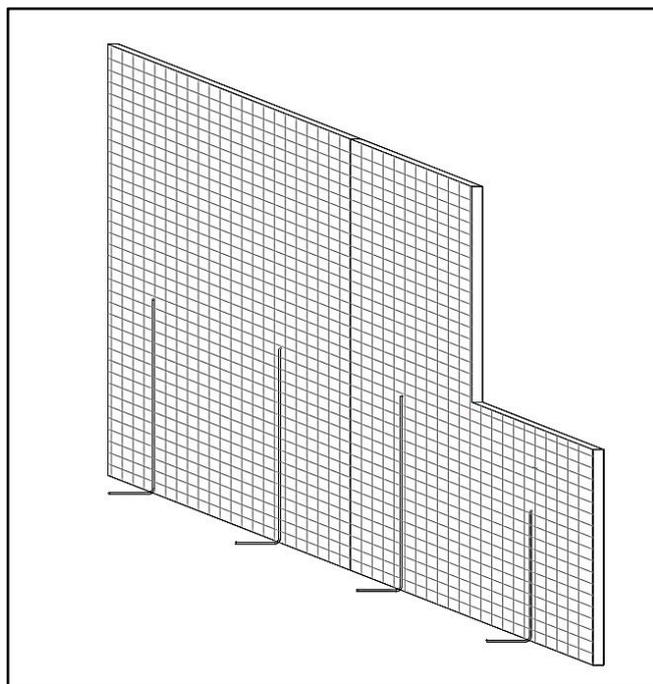


Figura 46: Colocación de la placa.

**g) Malla de unión.**

Posteriormente para que las placas queden compactas una con otra es necesario colocar mallas de unión, que son mallas de 40.00 cm de ancho como min a lo largo de toda la altura del muro o altura del entre piso.

La malla de unión garantiza la continuidad de los paneles, para lograr que todo el muro o elemento estructural trabaje en conjunto, esta también es unida con alambre de amarre a una distancia de 30.00 cm como máximo.

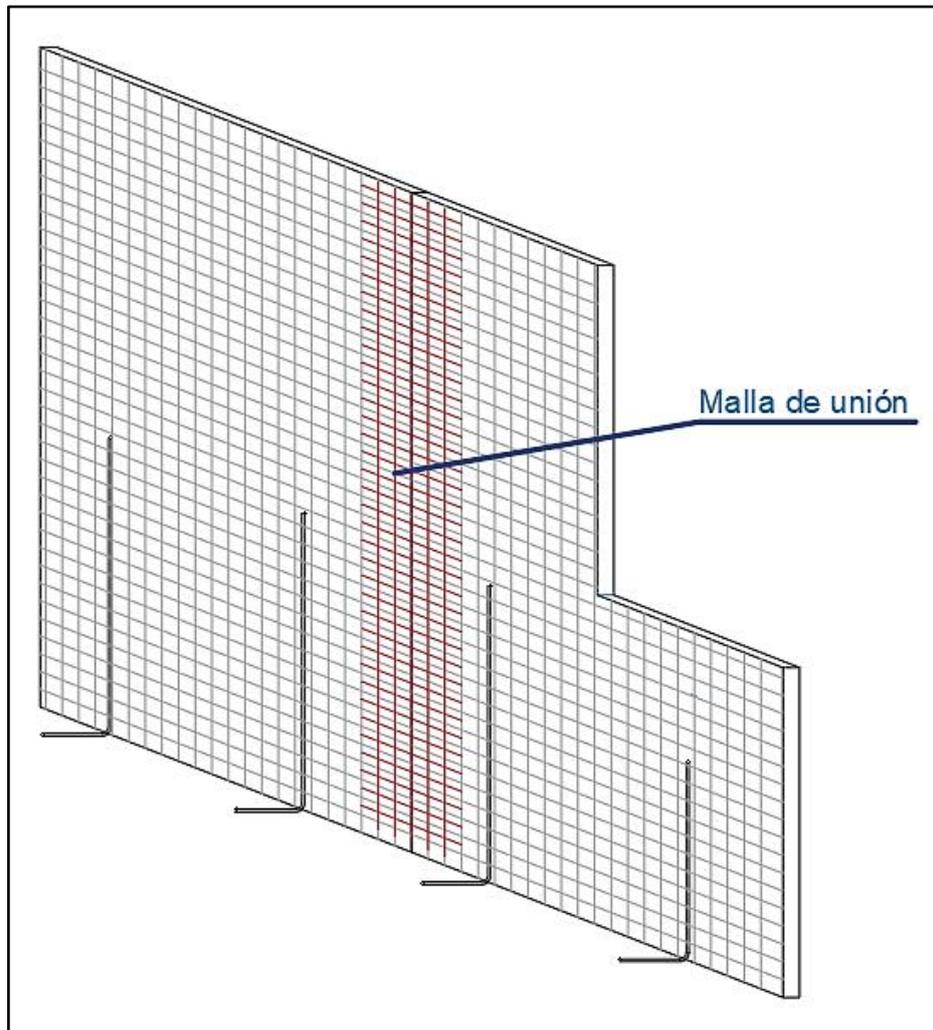


Figura 47: Malla de unión.

**h) Unión en esquina.**

En el caso de las esquinas estas son reforzadas con mallas dobladas en todo el largo de la altura y reforzadas con marcos de acero corrugado para mantener su forma.

**i) Refuerzo en derrames.**

Los derrames de puertas y ventanas se lo realizasen con pedazos de mallas en forma de “U” las cuales estarán en todo el perímetro del derrame, la unión de o igual manera se lo realizara con alambre de amarre a 30.00 cm como máximo.

**j) Refuerzo en vanos:**

En las esquinas de los vanos se reforzará con malla de acero a 45° para prevenir aberturas o roturas de estas esquinas.

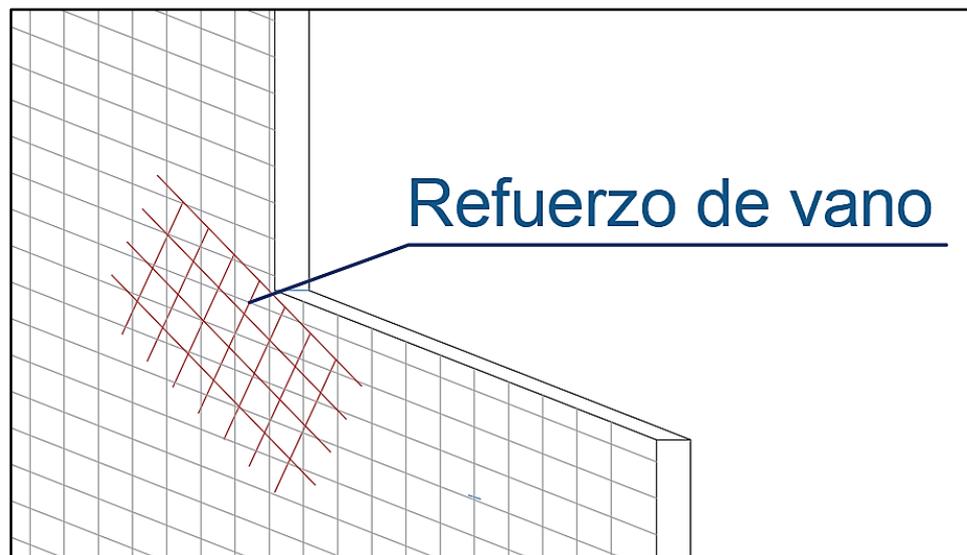


Figura 48: Refuerzo de vano.

**k) Instalación de tuberías.**

Para la instalación de tuberías se utiliza un soplete el cual se gradúa y se le realiza una abertura al tecnopor, esta abertura tipo zanja servirá para que la tubería quede por dentro de la superficie de tecnopor y no sobre salga a la hora de realizar el revestimiento con grout y finalmente el tarrajeo. En caso se realice algún corte a la malla para la colocación de cajas o tuberías esta deberá ser parchada con otro trozo de malla para no afectar la continuidad de esta.

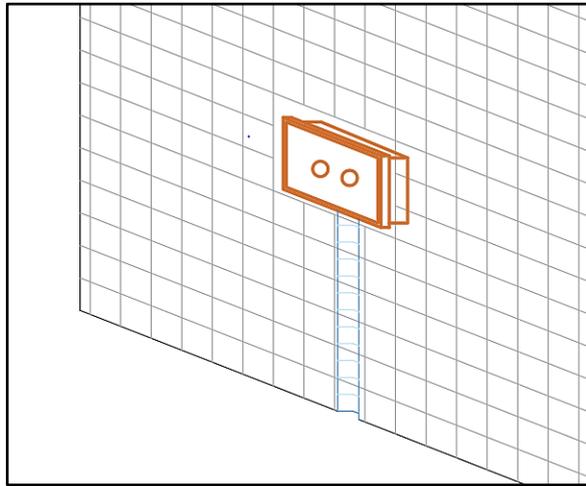


Figura 49: Colocación de tubería.

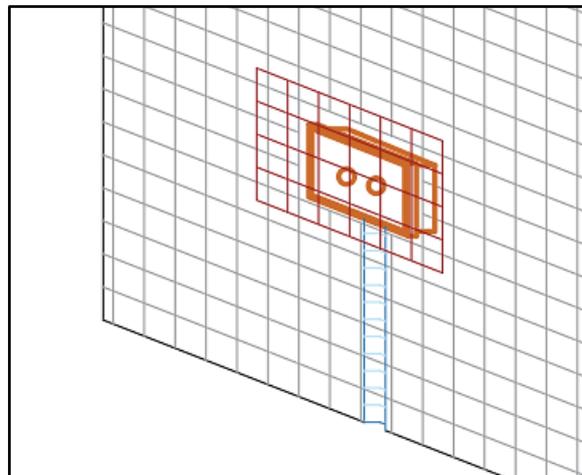


Figura 50: Parche de mallado.

### l) Recubrimiento con grout.

El recubrimiento con grout o concreto líquido es básicamente para que el tecnopor y la malla de acero queden en un solo compacto; también para que facilite el tarrajeo. Este recubrimiento se puede realizar por chicoteo manual o de forma mecanizada obteniendo así un muro de alrededor de 0.06 m de espesor. La dosificación de este mortero será de 1:3.

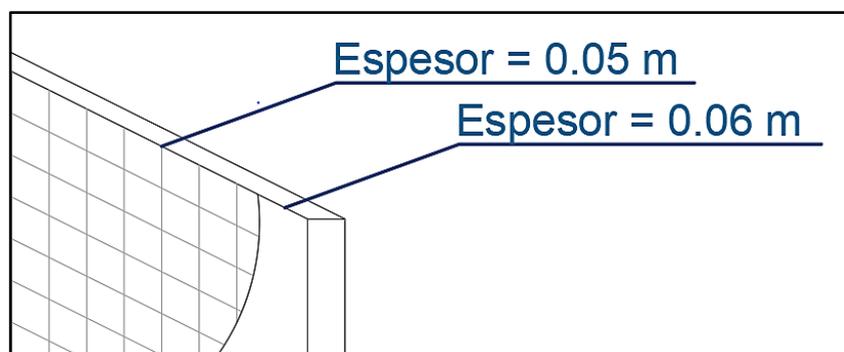


Figura 51: Espesor con grout.

### m) Tarrajeo del muro teacon.

El acabado o tarrajeo final del muro teacon tiene una dosificación de 1:4 para ser más consistente que el muro tradicional, al finalizar del tarrajeo en ambos lados el espesor total del muro teacon tiene un aproximado de 8.00 centímetro.

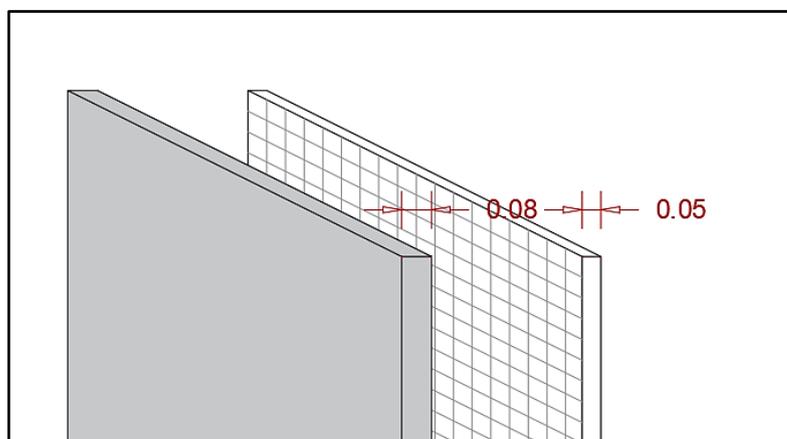


Figura 52: Espesor final del muro teacon.

## 2.8. Aspectos éticos

La presente tesis de ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES se realizó teniendo en cuenta varios aspectos éticos, tales como la construcción real con buenos materiales y reglamentados de los 6 muros no portantes, tres de albañilería tradicional y tres con la tecnología teacon.

La citación, referencia real y descuerdo a normas APA de toda la información anexada de otros investigadores, rechazando así a cualquier tipo de copia o plagio.

El presente trabajo se realizó con la técnica de observación directa, estos datos fueron anotados en fichas de evaluación de parámetros según corresponda el caso, estos datos anotados en sus respectivas fichas fueron reales y sin ningún tipo de alteración lo que concluye que estos datos obtenido fueron analizados de manera real y certificados.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Metrado de materiales:

- Conversión de m<sup>3</sup> de cemento a bolsas de cemento.

1 bolsa de cemento de 42.50 kg = 1.00 pie cúbico (1.00 p<sup>3</sup>)

1.00 metro cúbico (1.00 m<sup>3</sup>) = 35.30 pie cúbico (35.30 p<sup>3</sup>)

1.00 pie cúbico (1.00 p<sup>3</sup>) = 0.0285 metro cúbico (0.02 m<sup>3</sup>)

1 bolsa de cemento de 42.50 kg = 0.0285 metro cúbico (0.02 m<sup>3</sup>)

- Tabla de volumen requerido de agua en litros.

**Tabla 11**

*Volumen de agua.*

Mezcla	Cemento		Agregado Fino	Agua Lts
	Kg	Saco		
1:3	450	10.58	1.08	260
1:4	360	8.47	1.15	240
1:5	300	7.06	1.20	225

Fuente: Concreto simple – Rivera G.

- Porcentaje de desperdicio de materiales.

Cemento: 10.00 %

Agregado Fino: 10.00 %

Agua: 10.00 %

Ladrillo de arcilla: 10.00 %

Tecnopor: 5.00 %

Malla de acero: 20.00 %

Acero corrugado: 5.00 %

Alambre de amarre: 5.00 %

### 3.1.1. Materiales en muro N° 1:

**Tabla 12**

*Materiales en muro 1.*

Material	Und	Cantidad
Ladrillo de arcilla	Und	48.00
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.022
Cemento	m <sup>3</sup>	0.004
Agua	Lts	6.00

- Volumen de mortero. 1:5

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.12 m<sup>3</sup>

Vol. Total de ladrillo: C/L = 0.00224 m<sup>3</sup> → T/L = 0.096 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.024 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.024 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 5.40 Lts

**Tabla 13**

*Materiales de muro 1 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.028
Cemento	m <sup>3</sup>	0.006
Agua	Lt	7.40

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:5

Vol. Muro con tarrajeo: 0.15 m<sup>3</sup>

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.12 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.03 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.003 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 6.75 Lts

### 3.1.2. Materiales en muro N° 2:

**Tabla 14**

*Materiales de muro 2.*

Material	Und	Cantidad
Ladrillo de arcilla	Und	47.00
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.022
Cemento	m <sup>3</sup>	0.004
Agua	Lts	6.000

- Volumen de mortero. 1:5

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.12 m<sup>3</sup>

Vol. Total de ladrillo: C/L = 0.00224 m<sup>3</sup> → T/L = 0.096 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.024 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.024 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 5.40 Lts

**Tabla 15**

*Materiales de muro 2 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.028
Cemento	m <sup>3</sup>	0.006
Agua	Lt	7.400

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:5

Vol. Muro con tarrajeo: 0.15 m<sup>3</sup>

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.12 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.03 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.03 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 6.75 Lts

### 3.1.3. Materiales en muro N° 5:

**Tabla 16**

*Materiales de muro 5.*

Material	Und	Cantidad
Ladrillo de arcilla	Und	237.00
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.110
Cemento	m <sup>3</sup>	0.022
Agua	Lts	29.70

- Volumen de mortero. 1:5

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.60 m<sup>3</sup>

Vol. Total de ladrillo: C/L = 0.00224 m<sup>3</sup> → T/L = 0.48 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.12 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.12 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 27.00 Lts

**Tabla 17**

*Materiales de muro 5 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.138
Cemento	m <sup>3</sup>	0.028
Agua	Lt	37.13

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:5

Vol. Muro con tarrajeo: 0.75 m<sup>3</sup>

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.60 m<sup>3</sup>

Vol. Mortero: 0.15 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:5

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 225.00 Lts.

En 0.15 m<sup>3</sup> de mortero de 1:5 → 33.75 Lts

### 3.1.4. Materiales promedio en muros de albañilería:

Cantidad promedio en un metro cuadrado de muro de albañilería ya tarrajeado más sus respectivos desperdicios.

**Tabla 18**

*Materiales en 1.00 m<sup>2</sup> de albañilería terminado.*

Material	Und	Cantidad
Ladrillo de arcilla	Und	48.00
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.05
Cemento	m <sup>3</sup>	0.01
Agua	Lts	13.40

→ En 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería = 0.35 bolsas.

### 3.1.5. Materiales en muro N° 3:

**Tabla 19**

*Materiales de muro 3.*

Material	Und	Cantidad
Tecnopor	m <sup>2</sup>	1.05
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.008
Cemento	m <sup>3</sup>	0.002
Agua	Lts	2.86
Mallas de acero	m	2.40
Acero corrugado	m	1.68
Alambre de amarre	kg	0.50

- Volumen de grout. 1:3

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.06 m<sup>3</sup>

Vol. Total de tecnopor: 0.05 m<sup>3</sup>

Vol. grout: 0.01 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros:

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 260.00 Lts.

En 0.01 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 2.60 Lt

**Tabla 20**

*Materiales de muro 3 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.017
Cemento	m <sup>3</sup>	0.006
Agua	Lt	5.28

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:4

Vol. Muro con tarrajeo: 0.08 m<sup>3</sup>

Vol. Total de muro con grout: 0.06 m<sup>3</sup>

Vol. tarrajeo: 0.02 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:4

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 240.00 Lts.

En 0.02 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 4.80 Lts

### 3.1.6. Materiales en muro N° 4:

**Tabla 21**

*Materiales de muro 4.*

Material	Und	Cantidad
Tecnopor	m <sup>2</sup>	1.05
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.008
Cemento	m <sup>3</sup>	0.002
Agua	Lts	2.86
Mallas de acero	m	2.40
Acero corrugado	m	1.68
Alambre de amarre	kg	0.50

- Volumen de grout. 1:3

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.06 m<sup>3</sup>

Vol. Total de tecnopor: 0.05 m<sup>3</sup>

Vol. grout: 0.01 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:3

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 260.00 Lts.

En 0.01 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 2.60 Lts.

**Tabla 22**

*Materiales de muro 4 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.017
Cemento	m <sup>3</sup>	0.006
Agua	Lt	5.28

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:4

Vol. Muro con tarrajeo: 0.08 m<sup>3</sup>

Vol. Total de muro con grout: 0.06 m<sup>3</sup>

Vol. tarrajeo: 0.02 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:4

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 240.00 Lts.

En 0.02 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 4.80 Lts

### 3.1.7. Materiales en muro N° 6:

**Tabla 23**

*Materiales de muro 6.*

Material	Und	Cantidad
Tecnopor	m <sup>2</sup>	5.50
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.042
Cemento	m <sup>3</sup>	0.013
Agua	Lts	14.30
Mallas de acero	m	12.00
Acero corrugado	m	5.04
Alambre de amarre	kg	2.50

- Volumen de grout. 1:3

Vol. Muro sin tarrajeo: 0.30 m<sup>3</sup>

Vol. Total de tecnopor: 0.25 m<sup>3</sup>

Vol. grout: 0.05 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:3

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 260.00 Lts.

En 0.05 m<sup>3</sup> de mortero de 1:3 → 13.00 Lts

**Tabla 24**

*Materiales de muro 6 en tarrajeo.*

Material	Und	Cantidad
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.088
Cemento	m <sup>3</sup>	0.022
Agua	Lt	26.40

- Volumen de mortero en tarrajeo. 1:4

Vol. Muro con tarrajeo: 0.40 m<sup>3</sup>

Vol. Total de muro con grout: 0.30 m<sup>3</sup>

Vol. tarrajeo: 0.10 m<sup>3</sup>

- Volumen de agua en litros: 1:4

Si 1.00 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 240.00 Lts.

En 0.10 m<sup>3</sup> de mortero de 1:4 → 24.00 Lts

### 3.1.8. Materiales promedio en muros teacon:

Cantidad promedio en un metro cuadrado de muro de albañilería ya tarrajeado más sus respectivos desperdicios.

**Tabla 25**

*Materiales en 1.00 m<sup>2</sup> de albañilería terminado.*

Material	Und	Cantidad
Tecnopor	m <sup>2</sup>	1.05
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.025
Cemento	m <sup>3</sup>	0.008
Agua	Lts	8.14
Mallas de acero	m	2.40
Acero corrugado	m	1.68
Alambre de amarre	kg	0.50

→ En 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon = 0.28 bolsas cemento.

→ En 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon = 0.36 plancha de tecnopor.

### 3.2. Costos de materiales:

**Tabla 26**

*Costo de materiales.*

Material	UND Comercialización	Precio
Cemento Portland tipo I	Bls	22.50
Agregado fino	m <sup>3</sup>	55.00
Agua	Lts	0.04
Ladrillo de arcilla	Und	0.50
Tecnopor	Pla	29.00
Mallas de acero 1/2"	m	4.90
Acero corrugado 3/8"	m	1.67
Alambre de amarre	Kg	4.00

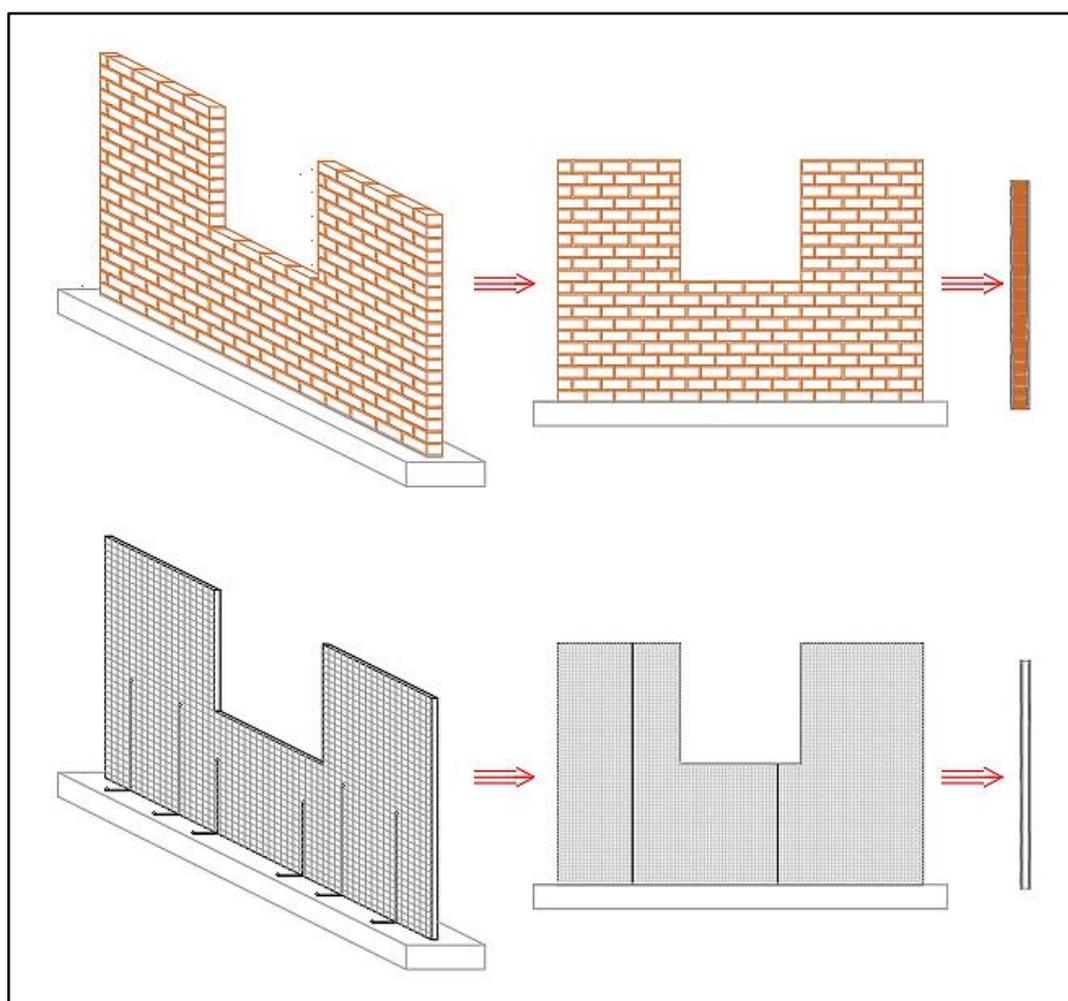


Figura 53: Costo de materiales.

- En total se construyó tres muros de albañilería con ladrillo de arcilla, dos fueron prototipos de un metro cuadrado de área y el tercero fue un muro real de 3.00 metros de longitud y 2.00 metros de altura, teniendo en él un vano de un metro cuadrado de área. Los materiales del tercer muro fueron sacados a proporción de solo un metro cuadrado de superficie, luego se realizó promedio aritmético con los otros dos prototipos para finalmente sacar el metrado real de un metro cuadrado con sus respectivos desperdicios de cada uno de ellos, luego se cotizo todos estos materiales para poder tener un cálculo real del costo.
- Teniendo como resultado final que un metro cuadrado de muro de albañilería ya tarrajado tiene un costo total en materiales de 35.20 soles.

**Tabla 27**

*Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro de albañilería.*

Material	UND	Metrado	Precio	Costo
Cemento Portald tipo I	Bls	0.35	22.50	7.88
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.05	55.00	2.75
Agua	Lts	13.40	0.04	0.54
Ladrillo de arcilla	Und	48.00	0.50	24.00
<b>Total</b>				<b>35.20</b>

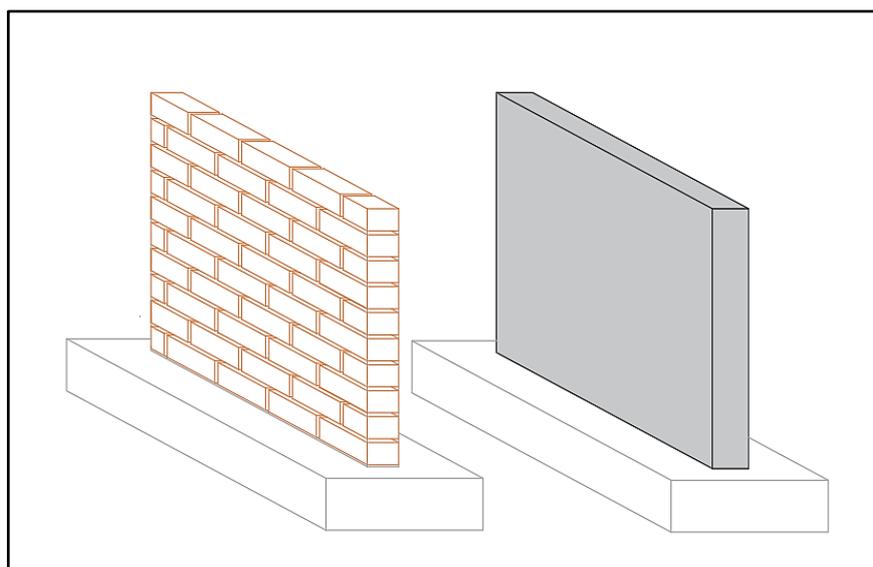


Figura 54: Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro de albañilería.

- En total se construyó tres muros teacon de tecnopor, dos fueron prototipos de un metro cuadrado de área y el tercero fue un muro real de 3.00 metros de longitud y 2.00 metros de altura, teniendo en él un vano de un metro cuadrado de área. Los materiales del tercer muro fueron sacados a proporción de solo un metro cuadrado de superficie, luego se realizó promedio aritmético con los otros dos prototipos para finalmente sacar el metrado real de un metro cuadrado con sus respectivos desperdicios de cada uno de ellos, luego se cotizó todos estos materiales para poder tener un cálculo real del costo.
- Teniendo como resultado final que un metro cuadrado de muro teacon ya tarrajado tiene un costo total en materiales de 35.10 soles.

**Tabla 28**

*Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro teacon.*

Material	UND	Metrado	Precio	Costo
Cemento Portland tipo I	Bls	0.28	22.5	6.30
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.025	55	1.38
Agua	Lts	8.14	0.04	0.33
Tecnopor	Pln	0.36	29	10.44
Mallas de acero 1/2"	m	2.40	4.9	11.76
Acero corrugado 3/8"	m	1.68	1.67	2.81
Alambre de amarre	Kg	0.50	4	2.00
	Total			<b>35.10</b>

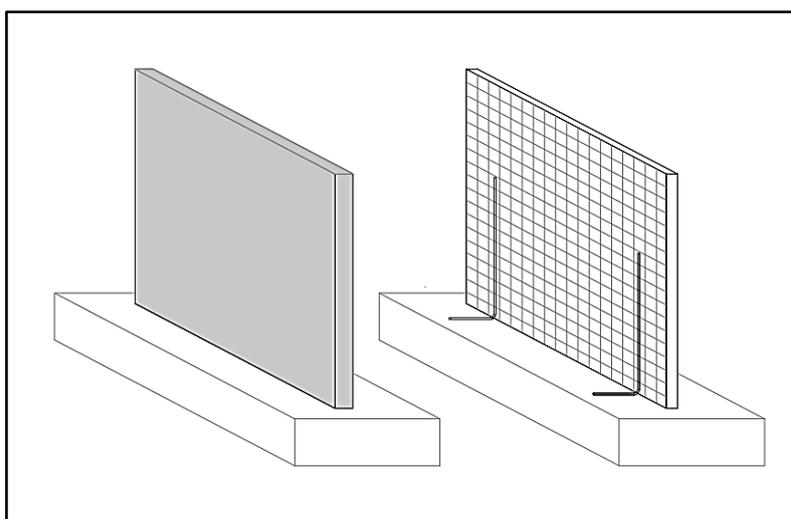


Figura 55: Costo de materiales en un m<sup>2</sup> de muro teacon.

### 3.3. Tiempo de construcción:

#### 3.3.1. Tiempo de construcción de muros de albañilería:

##### 3.2.1.1 Tiempo de construcción de muro N° 1: 1.00 m<sup>2</sup>.

- ✓ Tiempo de levantamiento de hileras: en un metro cuadrado de muro.

00:82:00 minutos.

- ✓ Tiempo de tarrajeo en dos metros cuadrados: ambos lados del muro.

00:56:00 minutos.

- ✓ Tiempo total del muro N° 1:

00:138:00 minutos = 2:18:00 horas.

##### 3.2.1.2 Tiempo de construcción de muro N° 2: 1.00 m<sup>2</sup>.

- ✓ Tiempo de levantamiento de hileras: en un metro cuadrado de muro.

00:78:00 minutos.

- ✓ Tiempo de tarrajeo en dos metros cuadrados: ambos lados del muro.

00:54:00 minutos.

- ✓ Tiempo total del muro N° 1:

00:132:00 minutos = 2:12:00 horas.

- Los tiempos realizados en los muros prototipos son mucho más elevados que los establecidos por la CAPECO o la tesis de la ingeniera Anghela Magaly Rojas Montoya, esto sucede ya que realizar la construcción de un solo metro cuadrado es más tedioso que construir un muro real o de mayor tamaño, es por ello que para medir el tiempo real requerido de mano de obra para la construcción de un metro cuadrado de muro de albañilería será analizado con el tiempo requerido en la construcción del muro real N° 5 de 5.00 m<sup>2</sup>.

### 3.2.1.3 Tiempo de construcción de muro N° 5: 5.00 m<sup>2</sup>.

- ✓ Tiempo de levantamiento de hileras:
  - Tiempo requerido en la construcción de 5.00 m<sup>2</sup>.  
00:285:00 minutos.  
4:45:00 horas.
  - Tiempo promedio en la construcción de 1.00 m<sup>2</sup>.  
00:57:00 minutos.
  
- ✓ Tiempo de tarrajeo: ambos lados del muro.
  - Tiempo requerido en el tarrajeo de 10.00 m<sup>2</sup>: Ambos lados.  
00:225:00 minutos.  
3:45:00 horas.
  - Tiempo promedio en el tarrajeo de 2.00 m<sup>2</sup>: Ambos lados.  
00:45:00 minutos.
  
- ✓ Tiempo total del muro N° 5:
  - Tiempo total de 5.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería.  
00:510:00 minutos.  
8:30:00 horas.
  - Tiempo promedio de 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería.  
00:102:00 minutos = 1:42:00 horas.

### 3.3.2. Tiempo de construcción de muros de teacon:

#### 3.3.2.1. Tiempo de construcción de muro N° 3:

- ✓ Tiempo de colocación de placas y revestimiento de grout: un metro cuadrado de muro.

00:76:00 minutos.

- ✓ Tiempo de tarrajeo en dos metros cuadrados: ambos lados del muro.

00:53:00 minutos.

- ✓ Tiempo total del muro N° 1:

00:129:00 minutos = 2:09:00 horas.

#### 3.3.2.2. Tiempo de construcción de muro N° 4:

- ✓ Tiempo de colocación de placas y revestimiento de grout: un metro cuadrado de muro.

00:80:00 minutos.

- ✓ Tiempo de tarrajeo en dos metros cuadrados: ambos lados del muro.

00:51:00 minutos.

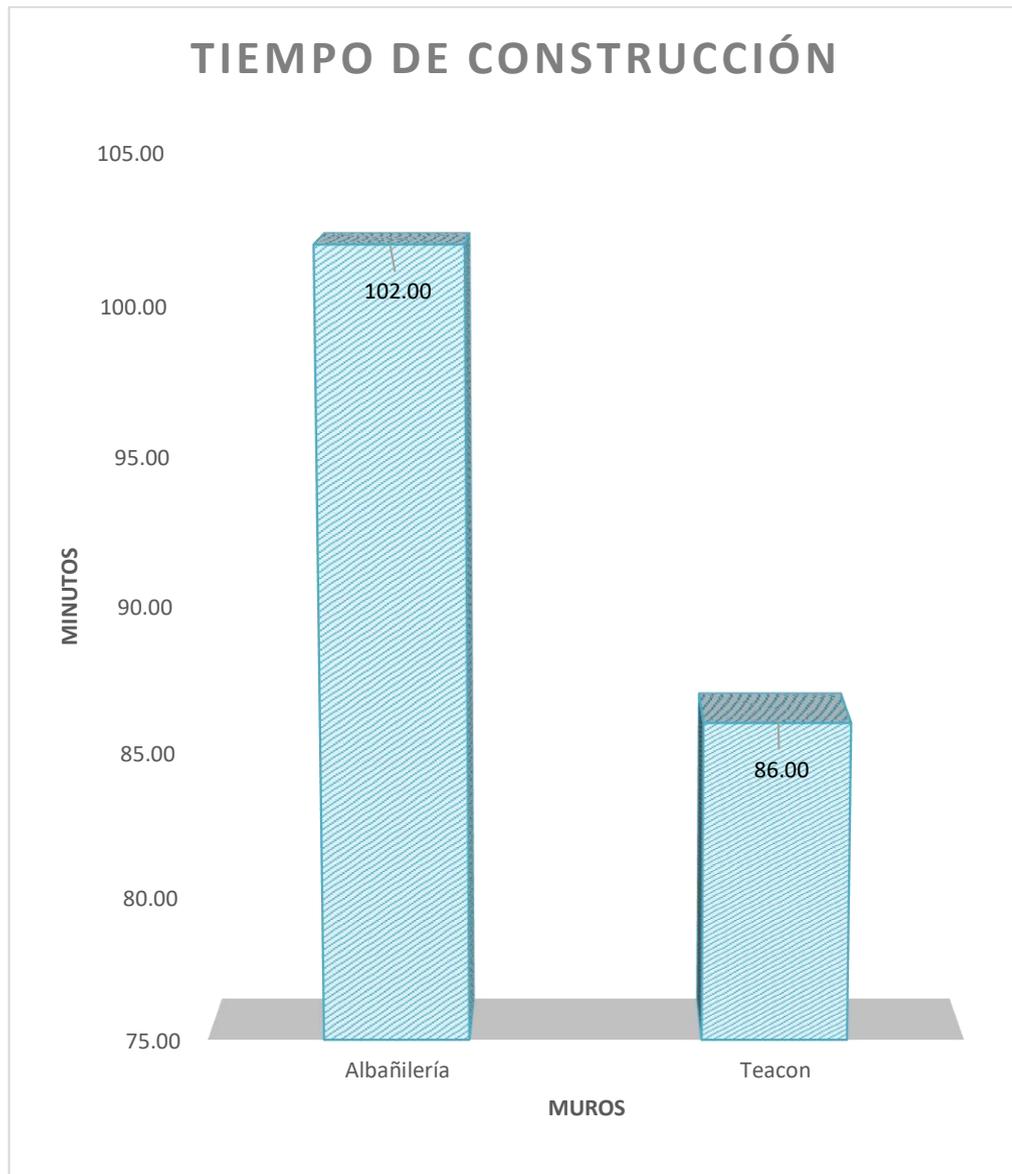
- ✓ Tiempo total del muro N° 1:

00:131:00 minutos = 2:11:00 horas.

- Por el exceso de tiempo requerido en la construcción en los prototipos de muros de albañilería (muro N° 1 y muro N° 2) se decidió no tomar en cuenta los tiempos de construcción y tarrajeo de los prototipos de muro teacon (muro N° 4 y muro N° 5) para que haya un equilibrio en ambas estructuras solo tomar en cuenta los tiempos requeridos en la construcción del muro teacon real (muro N° 6) de 5.00 m<sup>2</sup>.

### 3.3.2.3. Tiempo de construcción de muro N° 6:

- ✓ Tiempo de colocación de planchas:
  - Tiempo requerido en la habilitación, colocación y primer revestimiento de placas teacon: en muro de 5.00 m<sup>2</sup>.  
00:235:00 minutos.  
3:55:00 horas.
  - Tiempo promedio en la construcción de 1.00 m<sup>2</sup>.  
00:48:00 minutos.
  
- ✓ Tiempo de tarrajeo: ambos lados del muro.
  - Tiempo requerido en el tarrajeo de 10.00 m<sup>2</sup>: Ambos lados.  
00:195:00 minutos.  
3:15:00 horas.
  - Tiempo promedio en el tarrajeo de 2.00 m<sup>2</sup>: Ambos lados.  
00:39:00 minutos.
  
- ✓ Tiempo total del muro N° 6:
  - Tiempo total de 5.00 m<sup>2</sup> de muro teacon.  
00:430:00 minutos.  
7:10:00 horas.
  - Tiempo promedio de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon.  
00:86:00 minutos = 1:26:00 horas.



Gráfica 1: Tiempo de construcción.

Si 102:00 minutos → 100.00 %

Entonces 86:00 minutos → X %

$$X = 84.31 \% = 85.00 \%$$

Por cada metro cuadrado de muro teacon ya terminado con el tarrajeo incluido demora la construcción alrededor de 16:00 minutos menos en comparación con 1.00 m<sup>2</sup> cuadrado en un muro de albañilería terminado.

### 3.4. Presupuesto de estructuras:

Con los parámetros de metrado de materiales, costo de materiales y tiempo de construcción de ambas estructuras ya realizados y desarrollados, se puede realizar el presupuesto real de ambos muros; en este presupuesto se incluirá a los costos de los materiales por metro cuadrado el costo de mano de obra calificada para la construcción de un metro cuadrado.

Actualmente en la región de Cajamarca el costo de mano de obra calificada varía entre 40.00 a 50.00 soles el día de trabajo o jornada laboral de 8:00 horas, este precio varía de acuerdo a las condiciones de trabajo que se brinda al personal por parte de los empleadores, para realizar un buen presupuesto se trabajó con el coto de 50.00 soles el día o jornada laboral.

- Precio de mano de obra de 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería:

Día de trabajo = 8:00 horas laborales.

8:00 horas laborales = 00:480:00 minutos.

00:480:00 minutos = 50.00 soles.

00:102:00 minutos = 10.70 soles.

- Precio de mano de obra de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon:

Día de trabajo = 8:00 horas laborales.

8:00 horas laborales = 00:480:00 minutos.

00:480:00 minutos = 50.00 soles.

00:86:00 minutos = 9.00 soles.

**Tabla 29**

*Presupuesto de un m<sup>2</sup> de muro de albañilería.*

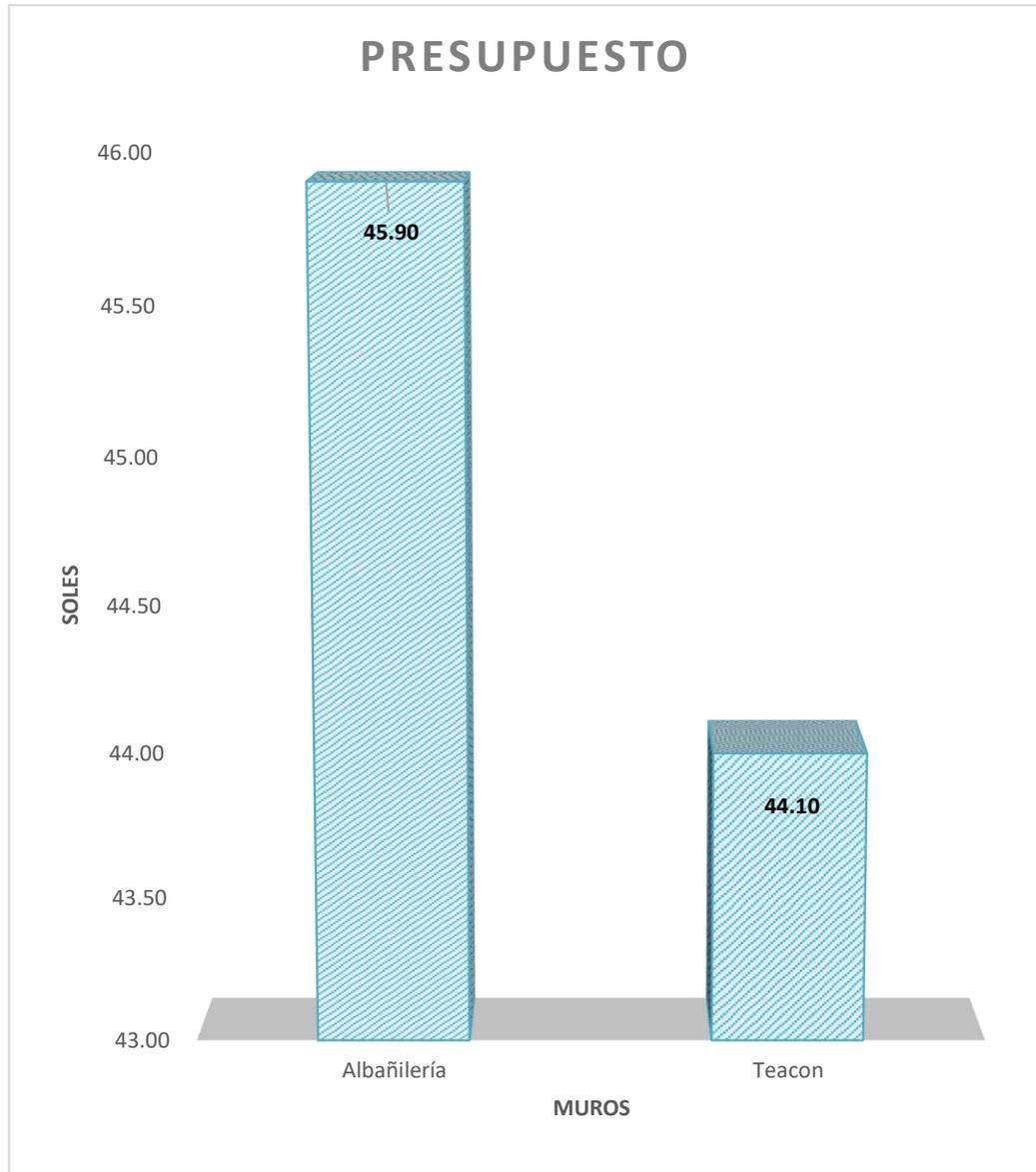
Mano de obra	UND	Metrado	Precio	Costo
Operario	m <sup>2</sup>	1.00	10.70	10.70
Material	UND	Metrado	Precio	Costo
Cemento Portald tipo I	Bls	0.35	22.50	7.88
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.05	55.00	2.75
Agua	Lts	13.40	0.04	0.54
Ladrillo de arcilla	Und	48.00	0.50	24.00
	Total			45.90

**Tabla 30**

*Presupuesto de un m<sup>2</sup> de muro teacon.*

Mano de obra	UND	Metrado	Precio	Costo
Operario	m <sup>2</sup>	1.00	9.00	9.00
Material	UND	Metrado	Precio	Costo
Cemento Portald tipo I	Bls	0.28	22.5	6.30
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.025	55	1.38
Agua	Lts	8.14	0.04	0.33
Tecnopor	Pla	0.36	29	10.44
Mallas de acero 1/2"	m	1.2	4.9	11.76
Acero corrugado 3/8"	m	1.68	1.67	2.81
Alambre de amarre	Kg	0.5	4	2.00
	Total			44.10

- En un metro cuadrado de muro de albañilería teniendo en cuenta los costos de sus materiales como cemento portal tipo I, agregado fino, agua, ladrillo de arcilla e incluyendo el costo de mano de obra, tiene un presupuesto total de 45.90 soles.
- En un metro cuadrado de muro teacon teniendo en cuenta el costo de sus materiales como cemento, agregado fino, agua, tecnopor, mallas de acero, alambre de amarre e incluyendo el costo de mano de obra tiene un presupuesto total de 44.10 soles.



Gráfica 2: Presupuesto de muros.

Si 45.90 soles → 100.00 %

Entonces 44.10 soles → X %

$$X = 96.08 \% = 96.00 \%$$

Por cada metro cuadrado de muro teacon ya terminado con el tarrajeo incluido tiene un ahorro de 1.80 soles en comparación con 1.00 metro cuadrado en un muro de albañilería terminado.

### 3.5. Espesor de la estructura:

#### 3.5.1. Espesor del muro N° 1:

Se tomaron 6 medidas del espesor del muro N° 1 ya tarrajado, 2 a cada lado (ver figura 56). Luego se realizó un promedio aritmético de estas seis medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros de albañilería. Se comparó con el muro N° 2 y muro N° 5.

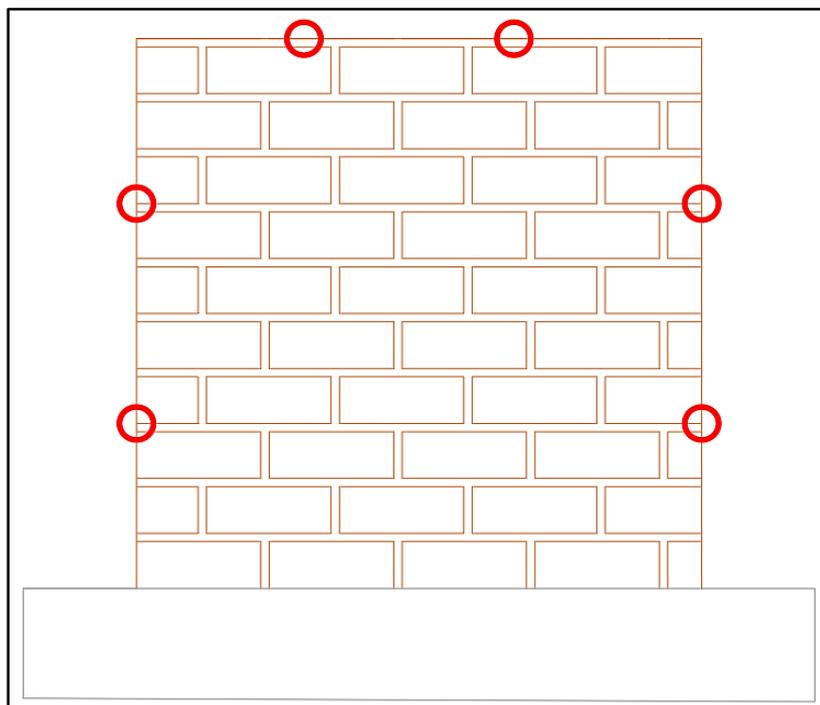


Figura 56: Espesor de muro N° 1.

→ Muro N° 1:

- Medida N° 1 = 0.15 m = 15.10 cm
- Medida N° 2 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 3 = 0.15 m = 15.10 cm
- Medida N° 4 = 0.15 m = 14.80 cm
- Medida N° 5 = 0.15 m = 14.90 cm
- Medida N° 6 = 0.15 m = 15.10 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.15 m = 15.00 cm

### 3.5.2. Espesor del muro N° 2:

Se tomaron 6 medidas del espesor del muro N° 2 ya tarrajado, 2 a cada lado (ver figura 57). Luego se realizó un promedio aritmético de estas seis medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros de albañilería. Se comparó con el muro N° 1 y muro N° 5.

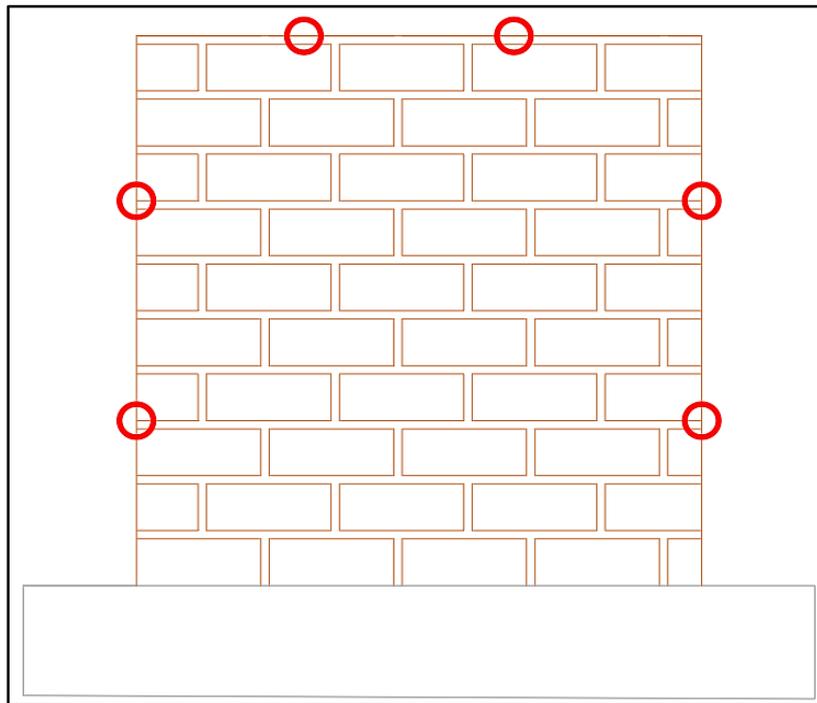


Figura 57: Espesor de muro N° 2.

→ Muro N° 2:

- Medida N° 1 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 2 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 3 = 0.15 m = 14.90 cm
- Medida N° 4 = 0.15 m = 14.80 cm
- Medida N° 5 = 0.15 m = 15.10 cm
- Medida N° 6 = 0.15 m = 15.20 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.15 m = 15.00 cm

### 3.5.3. Espesor del muro N° 3:

Se tomaron 6 medidas del espesor del muro N° 3 ya tarrajado, 2 a cada lado (ver figura 58). Luego se realizó un promedio aritmético de estas seis medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros teacon. Se comparó con el muro N° 4 y muro N° 6.

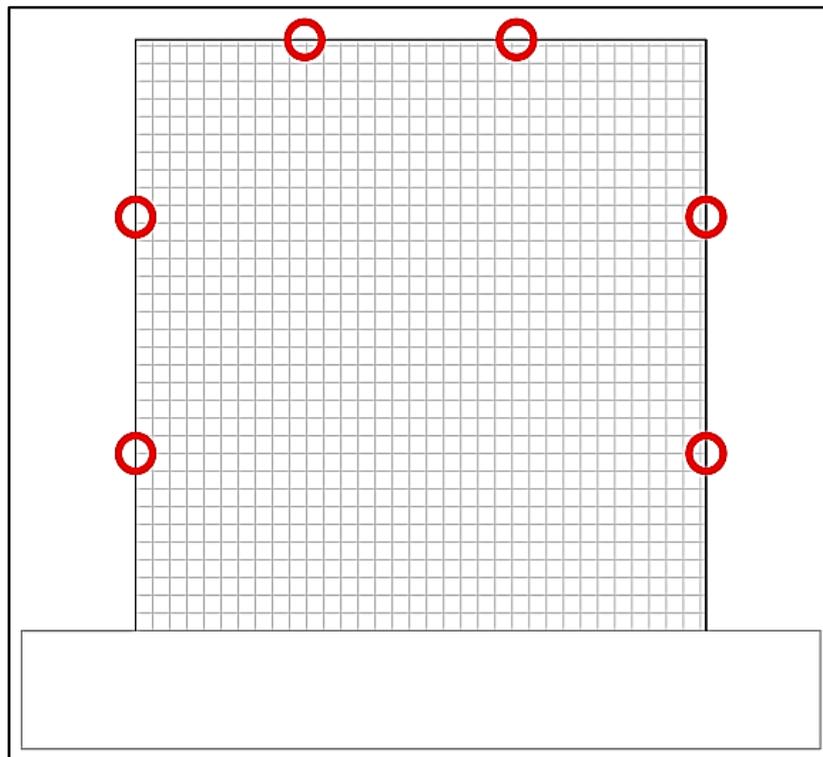


Figura 58: Espesor de muro N° 3.

→ Muro N° 3:

- Medida N° 1 = 0.08 m = 8.00 cm
- Medida N° 2 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 3 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 4 = 0.08 m = 8.20 cm
- Medida N° 5 = 0.08 m = 7.80 cm
- Medida N° 6 = 0.08 m = 8.00 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.08 m = 8.03 cm

### 3.5.4. Espesor del muro N° 4:

Se tomaron 6 medidas del espesor del muro N° 4 ya tarrajado, 2 a cada lado (ver figura 59). Luego se realizó un promedio aritmético de estas seis medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros teacon. Se comparó con el muro N° 3 y muro N° 6.

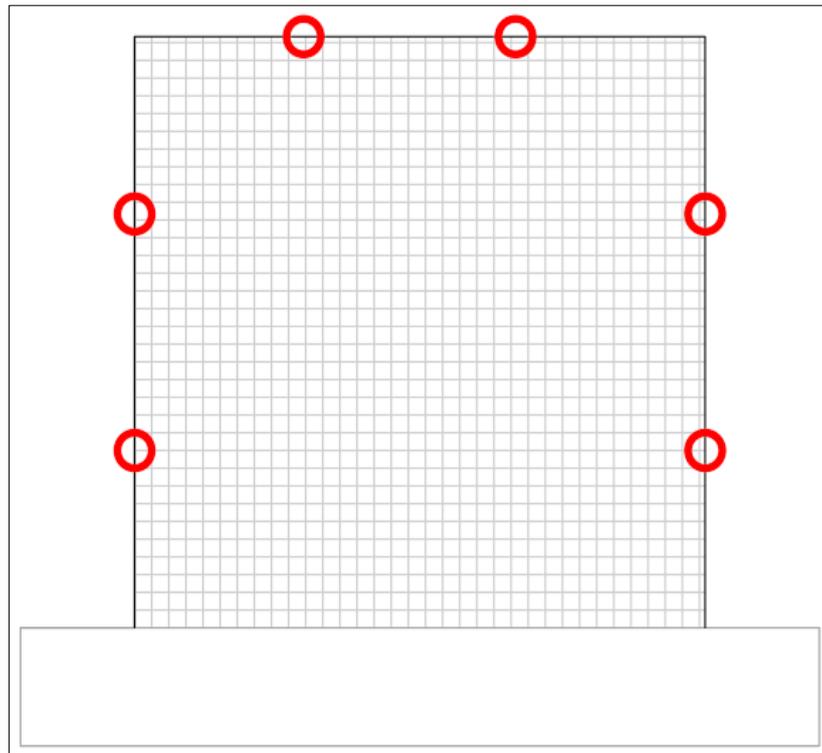


Figura 59: Espesor de muro N° 4.

→ Muro N° 4:

- Medida N° 1 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 2 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 3 = 0.08 m = 8.20 cm
- Medida N° 4 = 0.08 m = 7.80 cm
- Medida N° 5 = 0.08 m = 8.00 cm
- Medida N° 6 = 0.08 m = 7.90 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.08 m = 8.02 cm

### 3.5.5. Espesor del muro N° 5:

Se tomaron 9 medidas del espesor del muro N° 5 ya tarrajado, (ver figura 60). Luego se realizó un promedio aritmético de estas nueve medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros de albañilería. Se comparó con el muro N° 1 y muro N° 2.

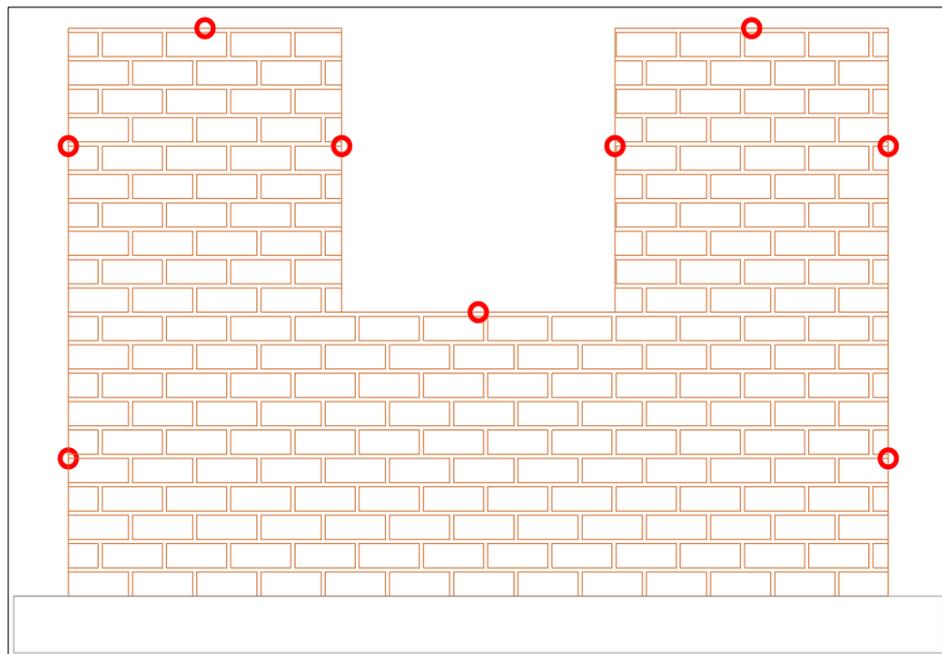


Figura 60: Espesor de muro N° 5.

→ Muro N° 5:

- Medida N° 1 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 2 = 0.15 m = 14.90 cm
- Medida N° 3 = 0.15 m = 14.90 cm
- Medida N° 4 = 0.15 m = 15.20 cm
- Medida N° 5 = 0.15 m = 15.10 cm
- Medida N° 6 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 7 = 0.15 m = 15.00 cm
- Medida N° 8 = 0.15 m = 15.10 cm
- Medida N° 9 = 0.15 m = 14.80 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.15 m = 15.00 cm

### 3.5.6. Espesor del muro N° 6:

Se tomaron 9 medidas del espesor del muro N° 6 ya tarrajado, (ver figura 61). Luego se realizó un promedio aritmético de estas nueve medidas para calcular el espesor promedio del muro, para luego compararla con los otros dos muros teacon. Se comparó con el muro N° 3 y muro N° 4.

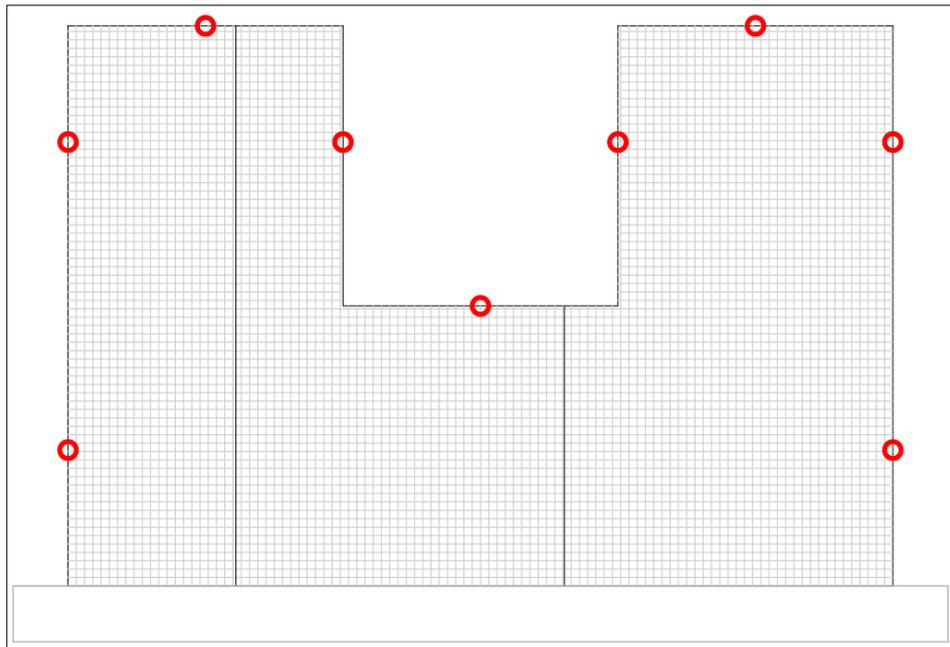


Figura 61: Espesor de muro N° 6.

→ Muro N° 6:

- Medida N° 1 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 2 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 3 = 0.08 m = 8.10 cm
- Medida N° 4 = 0.08 m = 8.00 cm
- Medida N° 5 = 0.08 m = 7.80 cm
- Medida N° 6 = 0.08 m = 7.80 cm
- Medida N° 7 = 0.08 m = 8.20 cm
- Medida N° 8 = 0.08 m = 8.00 cm
- Medida N° 9 = 0.08 m = 7.90 cm
  
- Espesor promedio de muro: 0.08 m = 8.00 cm

- Con el fin de ver el área o superficie que los muros teacon aumentan o proporcionan en viviendas se realizó la elaboración de un plano de un departamento unifamiliar básico, con espacios esenciales como una sala - comedor, cocina, hall, tres dormitorios, uno principal, dos secundarios y un baño.
- El primer departamento tiene un área total de 90.50 m<sup>2</sup>, los muros exteriores e interiores son de 0.15 m o 15.00 cm de espesor, estos muros son de albañilería tipo sogá con ladrillo arcilla artesanal (ver figura 62). El área libre descontando los muros exteriores e interiores es de 80.50 m<sup>2</sup>.

Área total de departamento = 90.50 m<sup>2</sup>.

Área descontando muros de albañilería = 80.50 m<sup>2</sup>.

Área ocupada por muros de albañilería = 10.50 m<sup>2</sup>.

- El segundo departamento tiene un área total de 90.50 m<sup>2</sup>, los muros exteriores o perimetrales tienen un espesor de 0.15 m son de albañilería tipo sogá con ladrillo arcilla artesanal. Los muros interiores son teacon a base de tecnopor, mallas de acero y concreto con un espesor de 0.08 m o 8.00 cm (ver figura 63). Con esta tecnología implementada en el mismo departamento tenemos un área libre de 82.30 m<sup>2</sup> ganado así más de 2.00 m<sup>2</sup> de área.

Área total de departamento = 90.50 m<sup>2</sup>.

Área descontando muros teacon = 82.30 m<sup>2</sup>.

Área ocupada por muros de albañilería = 8.20 m<sup>2</sup>.

Área ganada por el cambio de tecnología = 2.30 m<sup>2</sup>.

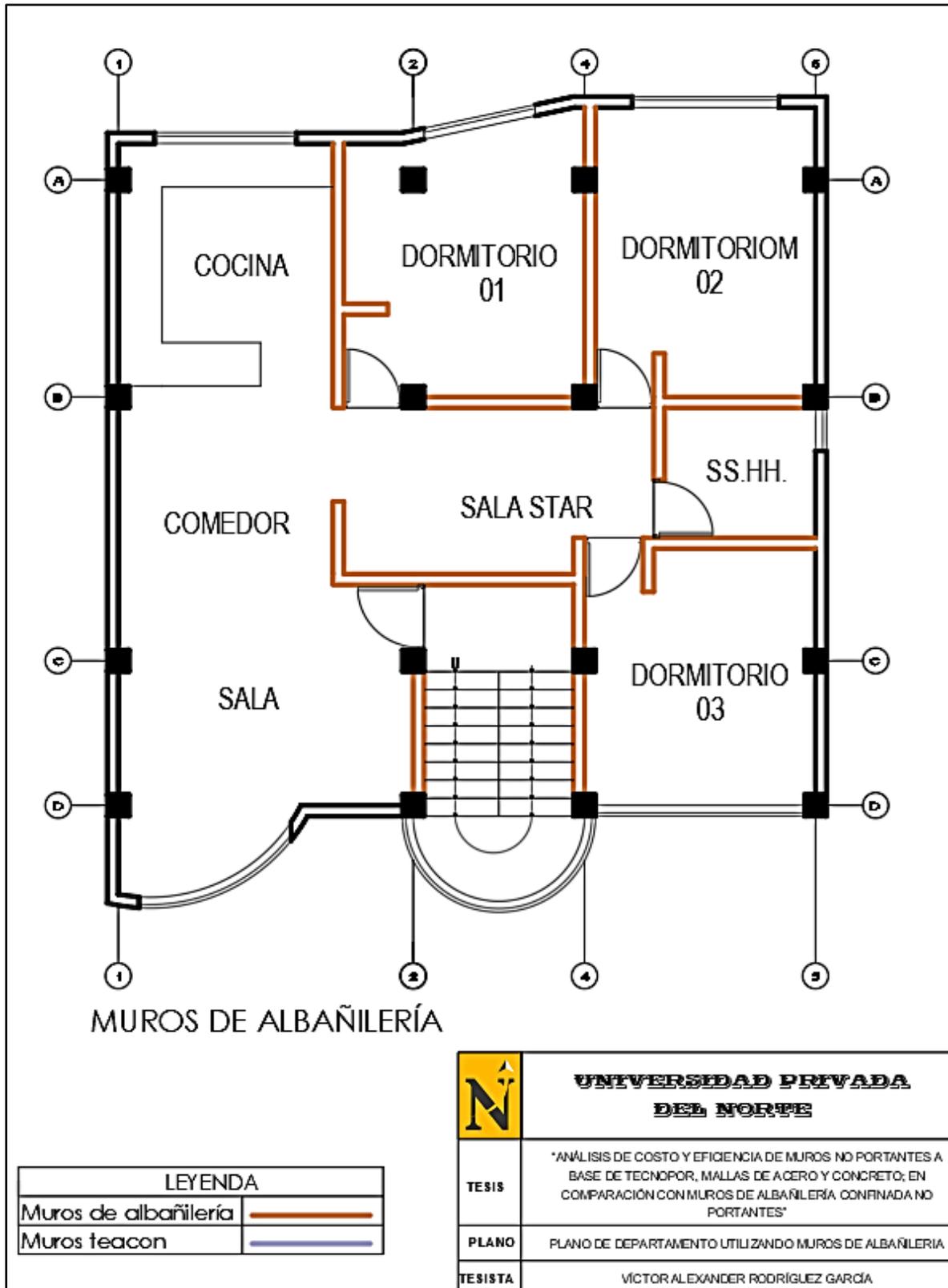


Figura 62: Departamento con muros de albañilería.

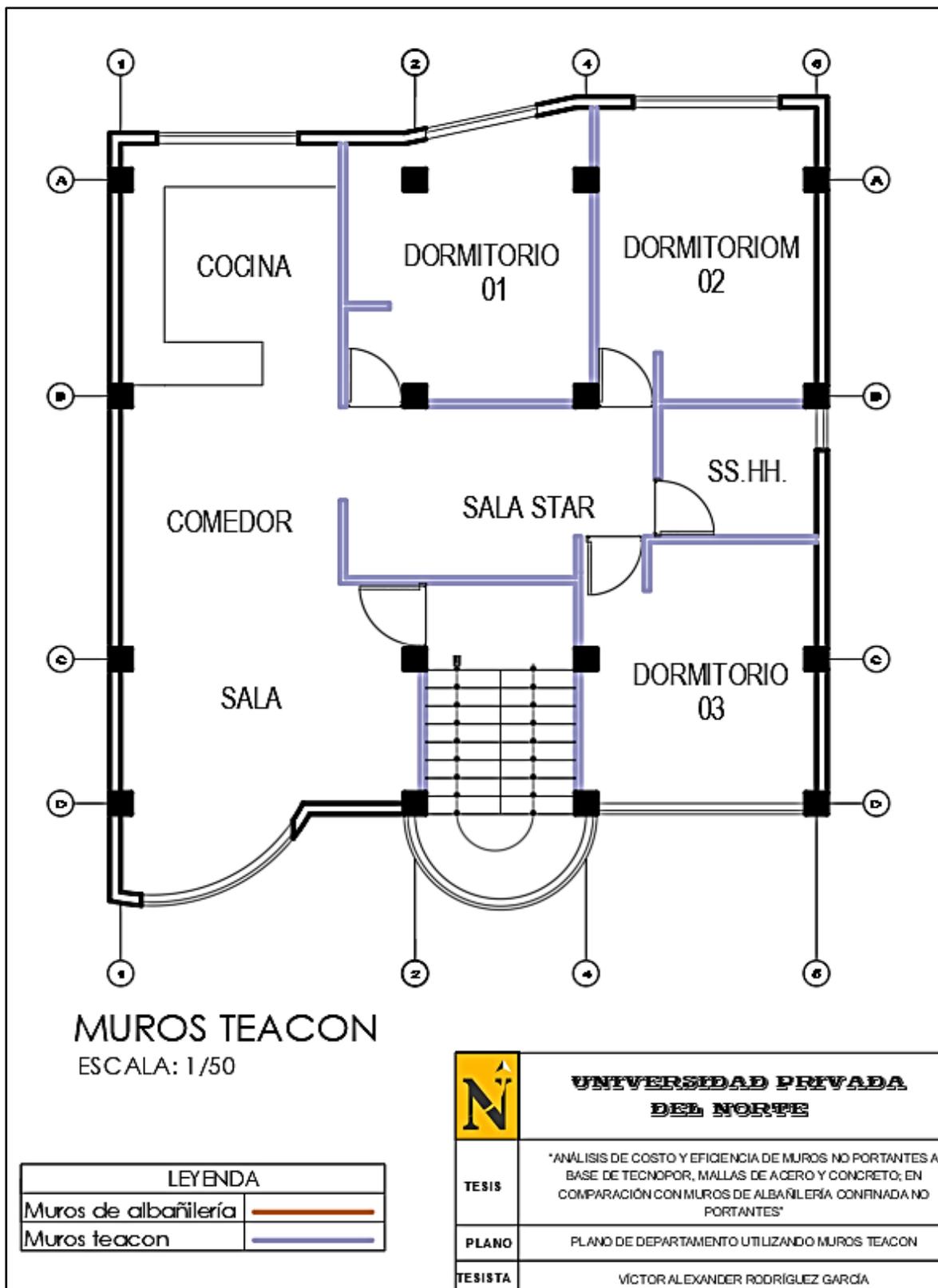
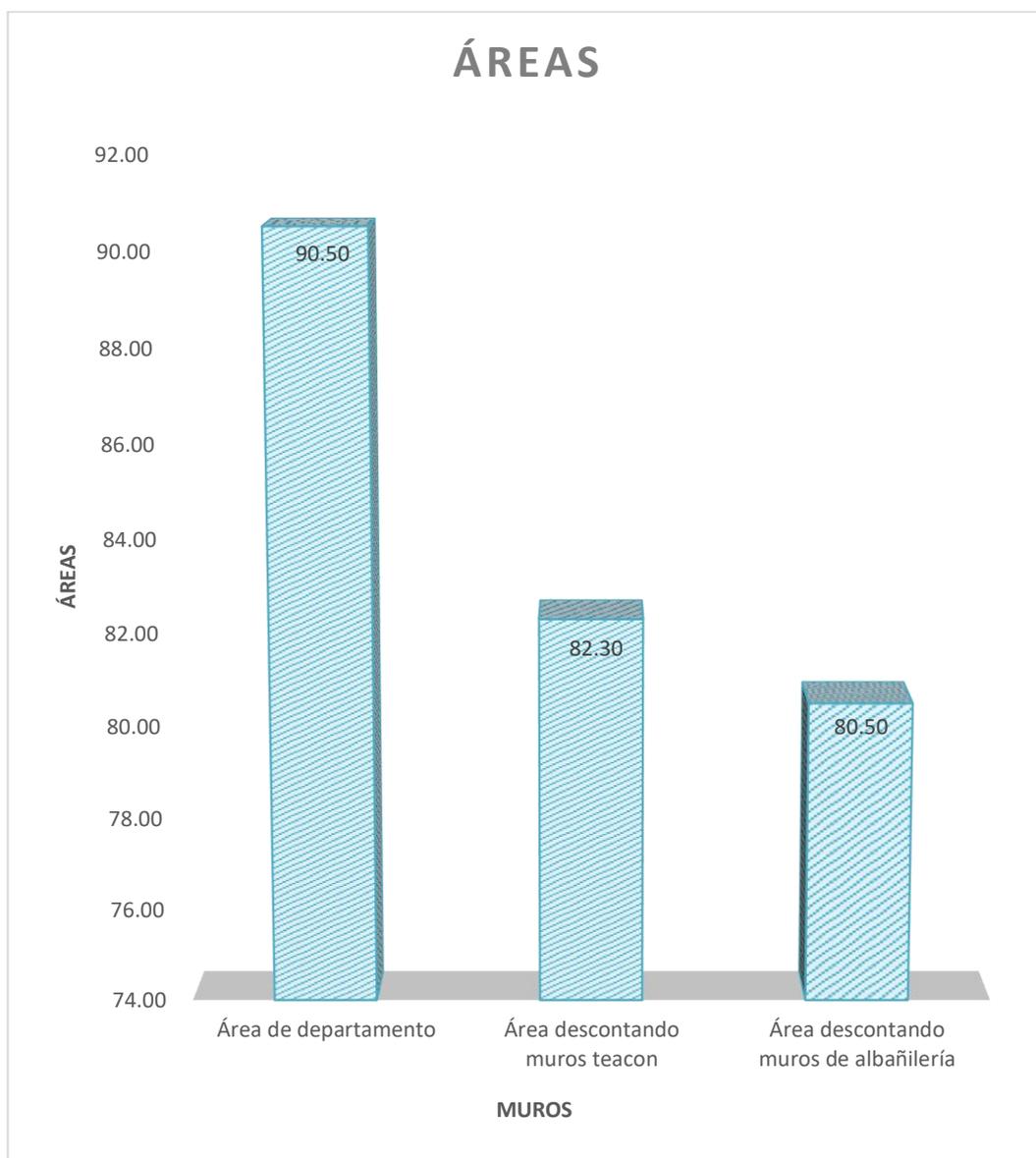


Figura 63: Departamento con muros teacon.



Gráfica 3: Áreas del departamento.

Si	90.50 m <sup>2</sup>	→	100.00 %
Con muros teacon:	82.30 m <sup>2</sup>	→	X %
Con muros de albañilería:	80.50 m <sup>2</sup>	→	Y %
Se aprovecha un área de:	X = 90.95 %	Y = 88.95 %	

Por la implementación de la tecnología muro teacon la vivienda aprovecha 2.00 % más del área total de la construcción gracias a esta tecnología y al reducido espesor que lo caracteriza de 8.00 cm o 0.08 m.

### 3.6. Peso de la estructura

#### 3.6.1. Peso del muro de albañilería:

En el Reglamento nacional de edificaciones en la Norma E. 020 de Cargas nos especifica los pesos de los muros de albañilería sin y con tarrajeo por metro cubico.

- Peso del muro de albañilería sin tarrajar = 1800 Kg/m<sup>3</sup>.
- Peso del muro de albañilería con tarrajeo = 1900 Kg/m<sup>3</sup>.

- Equivalencia del muro de albañilería con tarrajeo:

1.00 m<sup>2</sup> con e = 0.15 m equivale a → 0.15 m<sup>3</sup>

Si 1.00 m<sup>3</sup> = 1900 Kg/m<sup>3</sup>.

Entonces 0.15 m<sup>3</sup> = X Kg/m<sup>3</sup>.

Entonces 0.15 m<sup>3</sup> = 285.00 Kg/m<sup>3</sup>.

- Por lo tanto 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería tarrajeado pesa: 285.00 Kg.

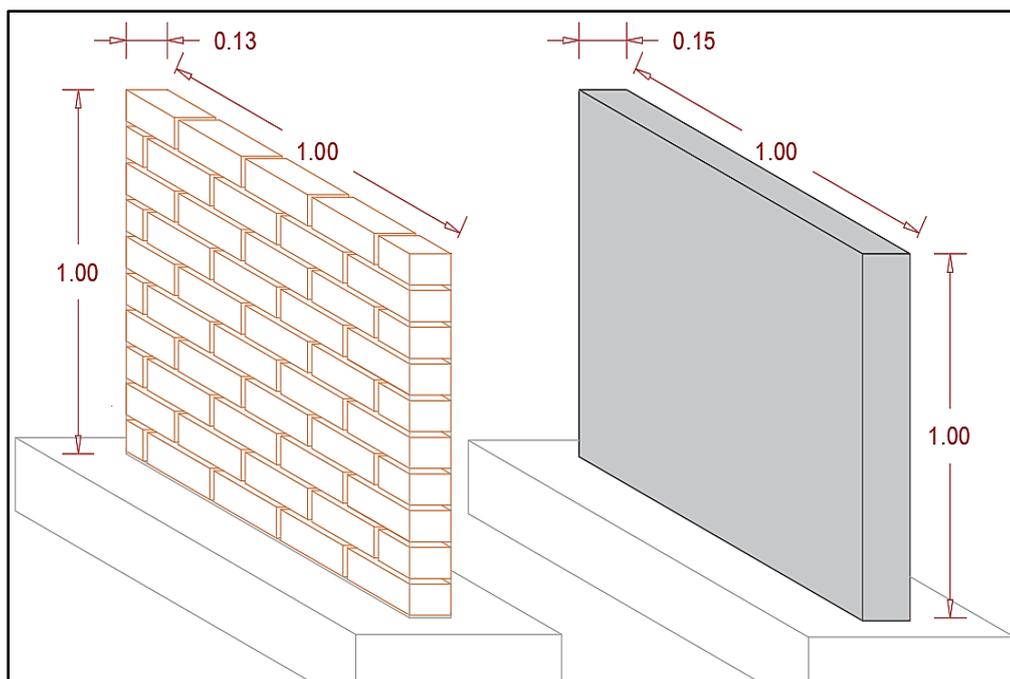


Figura 64: Peso de 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería.

### 3.6.2. Peso del muro teacon:

#### 3.6.2.1. Peso específico del tecnopor:

El dato del peso específico del tecnopor o poliestireno expandido es señalado en las especificaciones técnicas del material (ver tabla N° 5), teniendo un aproximado que 1.00 m<sup>3</sup> de tecnopor pesa aproximadamente 10.00 Kg, con este dato es fácil sacar el peso por metro cuadrado dependiendo del espesor de la plancha de tecnopor.

En el caso de la presente tesis se utilizaron planchas de tecnopor de 1.20 m de ancho, 2.40 m de largo y 5.00 cm de espesor o grosor.

- Si 1.00 m<sup>3</sup> de tecnopor → 10.00 kg
- Por lo tanto 1.00 m<sup>2</sup> de e = 5.00 cm → 0.05 m<sup>3</sup>
- Entonces 0.05 m<sup>3</sup> = pln de tecnopor → 0.50 kg

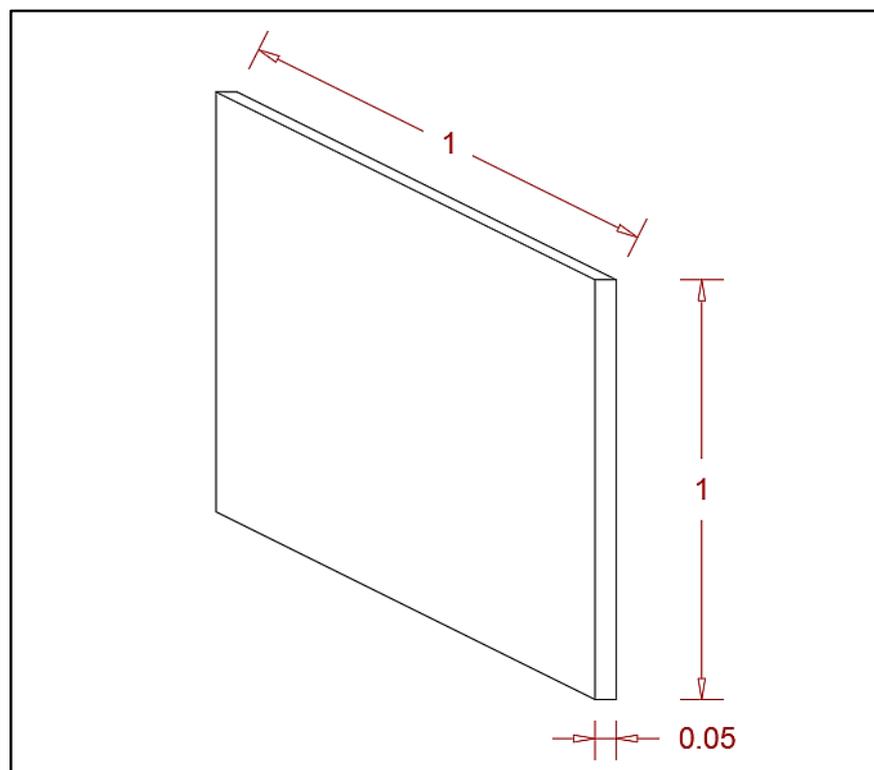


Figura 65: Peso de tecnopor.

### 3.6.2.2. Peso específico de mallas de acero:

- Peso del rollo de la malla electro soldada de 0.90 m de altura = 20.70 Kg.
- El rollo de malla electro soldada de 0.90 m de altura = 50.00 m de longitud.
- 1.00 m de malla electro soldada de 0.90 m de altura = 0.42 Kg.
- Peso de 2.40 m de malla electro soldada de 0.90 m de altura = 1.00 Kg.
- En 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon tiene 2.40 m de malla = 1.00 Kg de malla.

### 3.6.2.3. Peso específico de acero corrugado:

En la tabla número 6, peso de aceros del manual de construcción de aceros Arequipa especifica que el peso del acero corrugado de 3/8" es de 0.56 Kg el metro lineal.

La vara de 3/8" de nueve metros de longitud tiene un peso de 5.04 Kg.

Por cada metro de altura del muro teacon el acero corrugado tiene un 40.00 % de acero en cada cara del muro, esto quiere decir que en un metro cuadrado de muro teacon ahí 1.60 m de acero corrugado.

Si                    1.00 m            →        0.56 Kg

Entonces        1.60 m            →        0.90 Kg

### 3.6.2.4. Peso específico de alambre de amarre:

Se ha establecido en el parámetro de metrado de materiales que por cada metro cuadrado de muro teacon se utiliza alrededor de 0.50 kg de alambre de amarre en la unión del tecnopor y las mallas de acero para lograr realizar las placas teacon.

### 3.6.2.5. Peso específico del mortero:

El muro teacon tiene dos etapas en el proceso del mortero, una es el baño de grout por chicoteo manual al finalizar la estabilización de las placas teacon y la segunda etapa es el tarrajeo del muro adoptando al final su espesor de 8.00 cm o 0.08 m.

En el reglamento nacional de edificaciones, norma E. 020 de carga establece el peso de los revoque o enlucidos por metro cubico ( $1.00 \text{ m}^3$ ) con diferente material en ello cemento, yeso y combinaciones de ambos materiales (ver tabla N° 8 – peso específico de enlucidos y revoques).

En esta tabla nos especifica:

- $1.00 \text{ m}^3$  de mortero de cemento = 2,000.00 Kg
- Volumen total del muro teacon por  $1.00 \text{ m}^2 = 0.08 \text{ m}^3$
- Volumen total de la placa teacon de tecnopor ( $1.00 \text{ m}^2$ ) =  $0.05 \text{ m}^3$
- Volumen total de mortero en el muro teacon ( $1.00 \text{ m}^2$ ) =  $0.03 \text{ m}^3$
- Peso total del mortero den el muro teacon en  $1.00 \text{ m}^2 = 60.00 \text{ Kg}$ .

### 3.6.2.6. Peso específico del muro teacon: Por $1.00 \text{ m}^2$

- Peso específico del tecnopor: 0.50 Kg
- Peso específico de mallas de acero: 1.00 Kg
- Peso específico de acero corrugado: 0.90 Kg
- Peso específico alambre de amarre: 0.50 Kg
- Peso específico del mortero: 60.00 Kg
- Peso específico de  $1.00 \text{ m}^2$  de muro teacon: 62.90 Kg

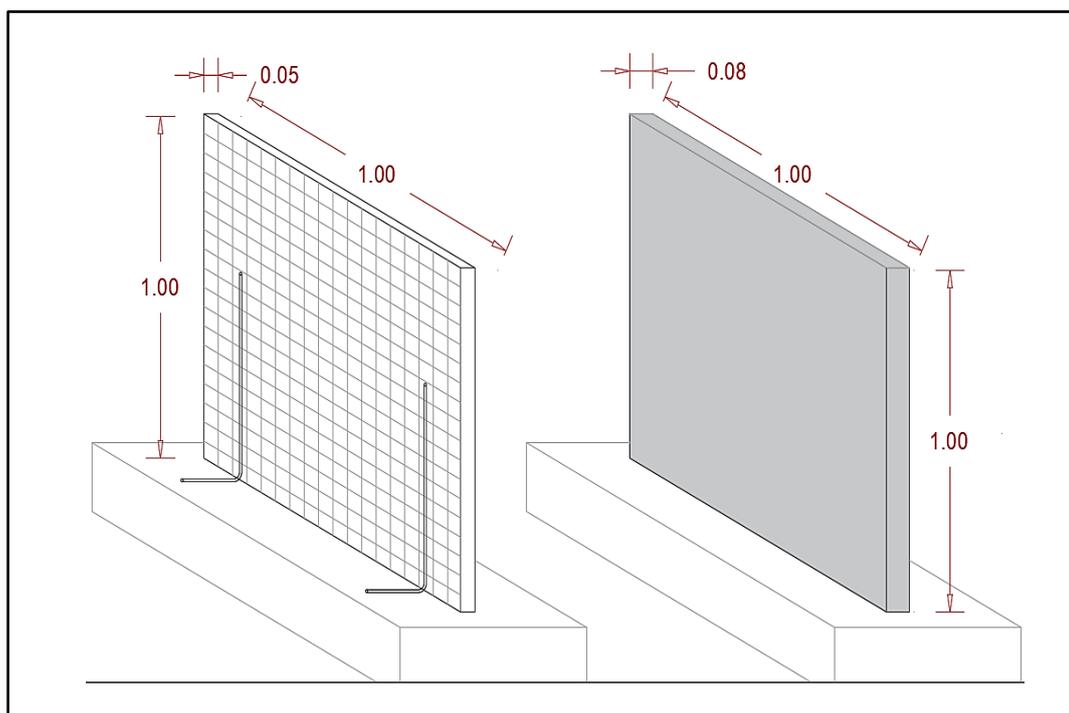


Figura 66: Peso de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon.

El muro teacon visiblemente contiene más cantidad de materiales, en su totalidad tiene 5 materiales, 3 más que el muro de albañilería que solo contiene 2 el mortero y el ladrillo de arcilla artesanal.

Pero en el caso del mortero que es uno de los elementos o materiales más pesados, el muro teacon contiene menos proporción que el muro de albañilería casi la mitad de lo que contiene el de albañilería.

Otro de los factores que vuelve tan liviano al muro teacon es que el mayor volumen del muro lo ocupa las planchas de tecnopor que es un material casi sin peso o extremadamente liviano.

- Peso de 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería: 285.00 Kg
- Peso de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon: 62.90 Kg



Gráfica 4: Peso específico.

Si: 285.00 Kg → 100.00 %

Entonces: 62.90 Kg → X %

$$X = 22.07 \% = 22.00 \%$$

Por la implementación de la tecnología muro teacon en viviendas unifamiliares o multifamiliares reduce cargas en la tabiquería teniendo casi el 80.00 % menos de carga que un muro de albañilería tradicional.

### 3.7. Complejidad en vanos

#### 3.7.1. Vano en muro de albañilería:

En el muro de albañilería real de 3.00 m de longitud y 2.00 m de altura se le dejó en el centro un vano de 1.00 m<sup>2</sup> (ver figura N° 67).

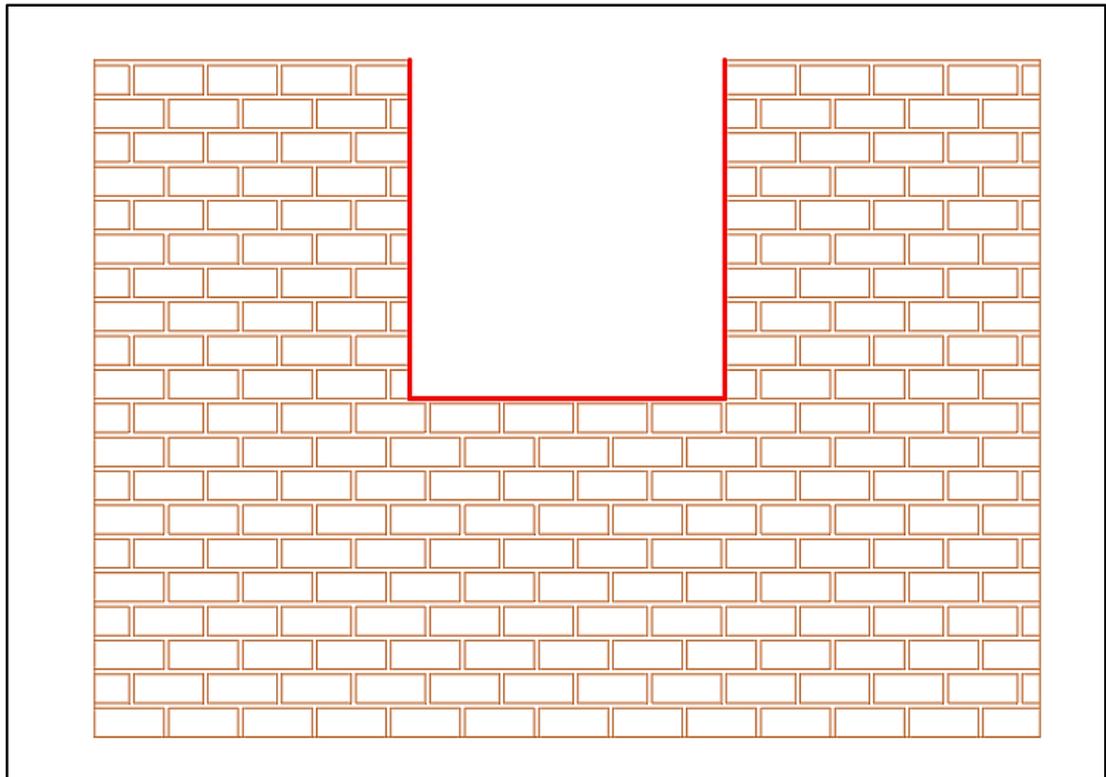


Figura 67: Vano en muro de albañilería real.

➤ Proceso y tiempos:

- En la elaboración de un vano en un muro de albañilería, el ladrillo es cortado o roto con ayuda de la herramienta plancha de batir (ver figura 17), siendo golpeado con uno de los lados de esta herramienta, ya que es de arcilla sede y acorta su tamaño según lo requerido por el operario.
- Este proceso se repite en el inicio y fin de cada hilera siendo más frecuente en el final de la hilera para poder tener un muro uniforme.

- El proceso para un vano requiere de n° 1 delimitación del perímetro del vano, n° 2 medición del ladrillo a la longitud requerida, n° 3 corte del ladrillo a la longitud requerida, n° 4 colocación del ladrillo en la hilera y por ultimo n° 5 rectificación de la verticalidad del muro con ayuda de la plomada. Por los cinco pasos que es necesario realizar para un vano se puede decir:
  - La factibilidad de la realización de un vano en un muro de albañilería es tediosa ya que cuenta con 5 pasos a seguir.
  
- Cada corte o rotura de ladrillo le toma al operario alrededor de 15 a 30 segundos dependiendo de la altura de la hilera, para ayudar a los cálculos exactos se promedió un tiempo de 25 segundo por corte de ladrillo.
  
- Luego que el ladrillo se encuentra cortado a la longitud requerida es colocado, es necesario revisar la rectitud del muro con ayuda de una plomada, este proceso también le lleva al operario entre 10 a 20 segundos más, para cálculos más precisos se decidió tomar como tiempo final de cada hilera entre corte y rectificación un promedio de 40 segundo.
  
- Como se puede visualizar en la figura 67 cada lado del vano tiene 10 filas de ladrillos, esto nos da a entender que para lograr un vano uniforme fue necesario realizar el corte y rectificación de 20 ladrillos teniendo un tiempo total de la realización del vano de:
  - Tiempo de vano:  $20.00 \text{ ladrillos} \times 40 \text{ seg} = 800 \text{ seg} = 00:13:20 \text{ min}$

### 3.7.2. Vano en muro teacon:

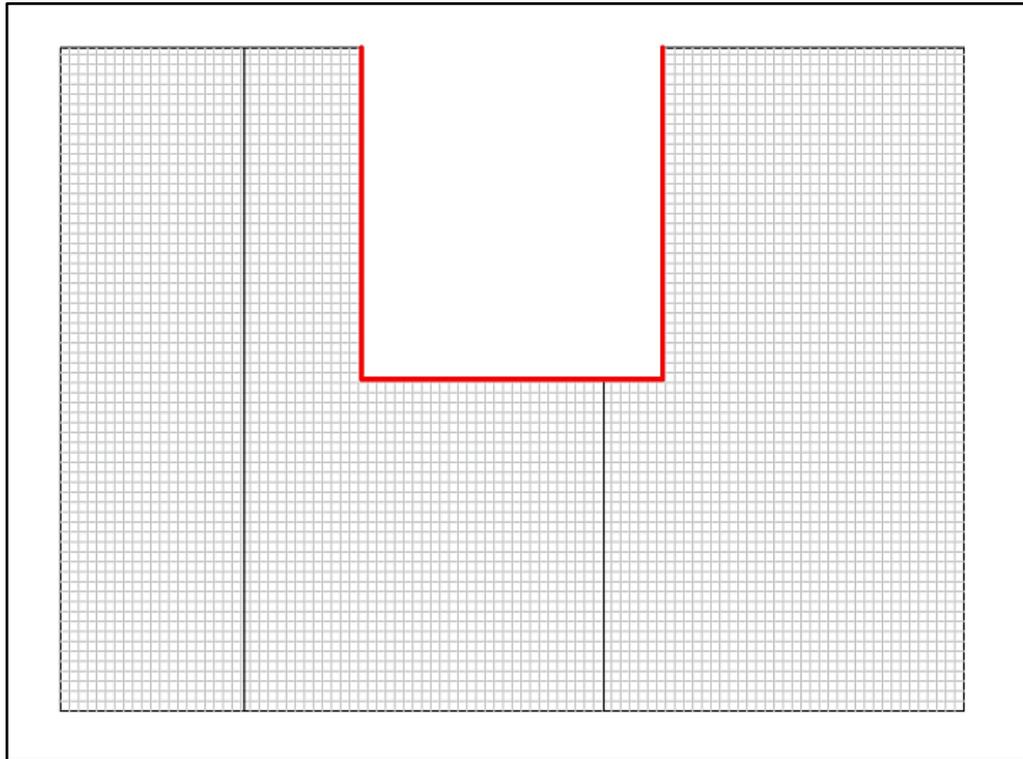


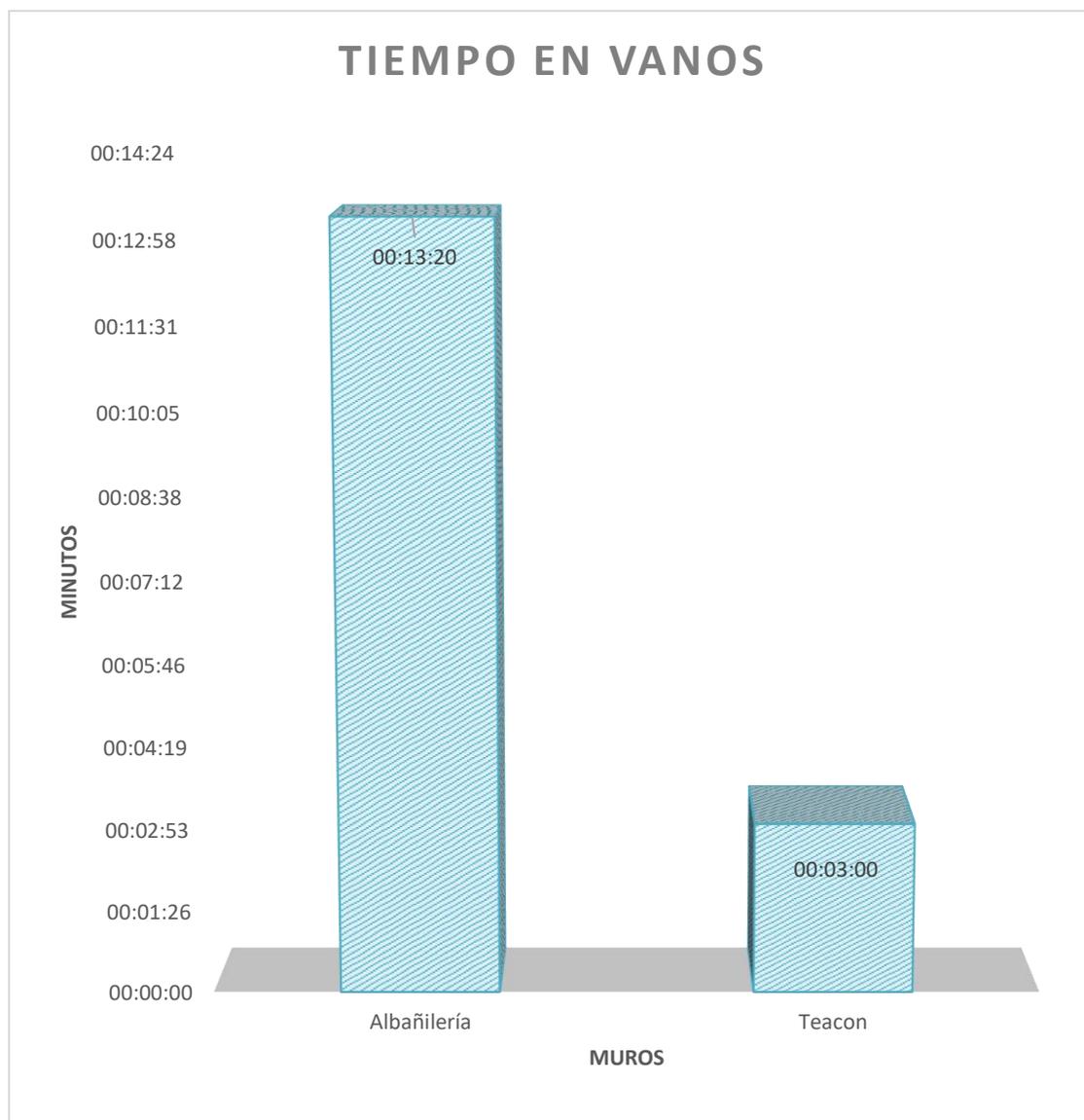
Figura 68: Vano en muro de albañilería real.

En el caso de la realización de un vano en un muro teacon es necesario de la herramienta arco cierra (ver figura 31), con el que se cortara el tecnopor para dar forma al perímetro del vano. De igual manera con la tijera hojalatera (ver figura 35) se cortará la malla de acero electro soldada a las medidas requeridas.

- La realización de un vano en un muro teacon solo depende de dos pasos, por lo que se puede decir que es más factible el proceso.

En el caso del tecnopor el tiempo que le lleva a cabo ser cortado es alrededor de 2.00 m por minuto, y la malla de acero es cortada alrededor de 2.00 m por minuto, en conclusión, el vano en el muro teacon demora:

- Tiempo de vano: 00:01:30 (corte de tecnopor) + 00:01:30 (corte de malla de acero) = 00:03:00 min



Gráfica 5: Tiempo en realización de vanos.

Si: 00:13:20 → 100.00 %

Entonces: 00:03:00 → X %

$$X = 23.08 \% = 23.00 \%$$

La realización de los vanos en muro teacon demoran un 76.92 % menos de tiempo que los realizados en muros de albañilería.

### 3.8. Factibilidad en instalación de tuberías

#### 3.8.1. Instalación de tubería en muro de albañilería:

La prueba se realizó instalando la tubería PVC de 1 ½” en el centro del muro con una longitud de 40.00 cm.

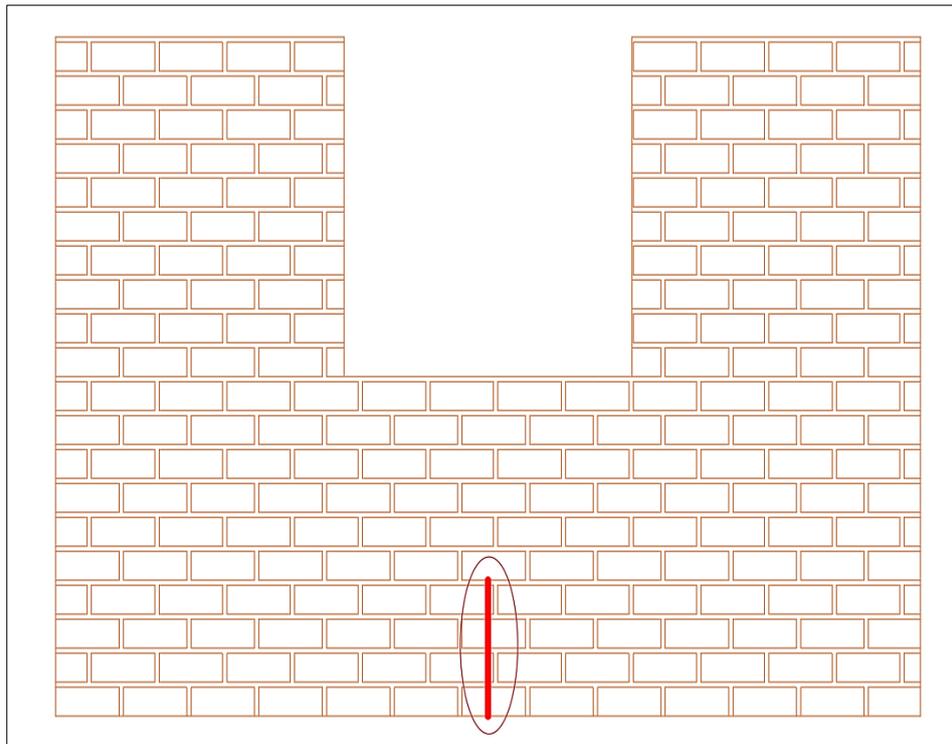


Figura 69: Instalación de tubería en muro de albañilería real.

- Picado de la longitud donde ira la tubería con ayuda de cincel y comba:

$$\text{Picado} = 30.00 \text{ seg cada } 10.00 \text{ cm}$$

$$\text{Total} = 120.00 \text{ seg}$$

- Colocación de la tubería en el muro:

$$\text{Colocación} = 15.00 \text{ seg cada } 50.00 \text{ cm de tubería.}$$

- Se fija mediante mortero:

$$\text{Fijación} = 45.00 \text{ seg cada } 50.00 \text{ cm de tubería.}$$

- Tiempo total: 00:03:00 Horas.

### 3.8.2. Instalación de tubería en muro teacon:

La prueba se realizó instalando la tubería PVC de ½” en el centro del muro con una longitud de 40.00 cm.

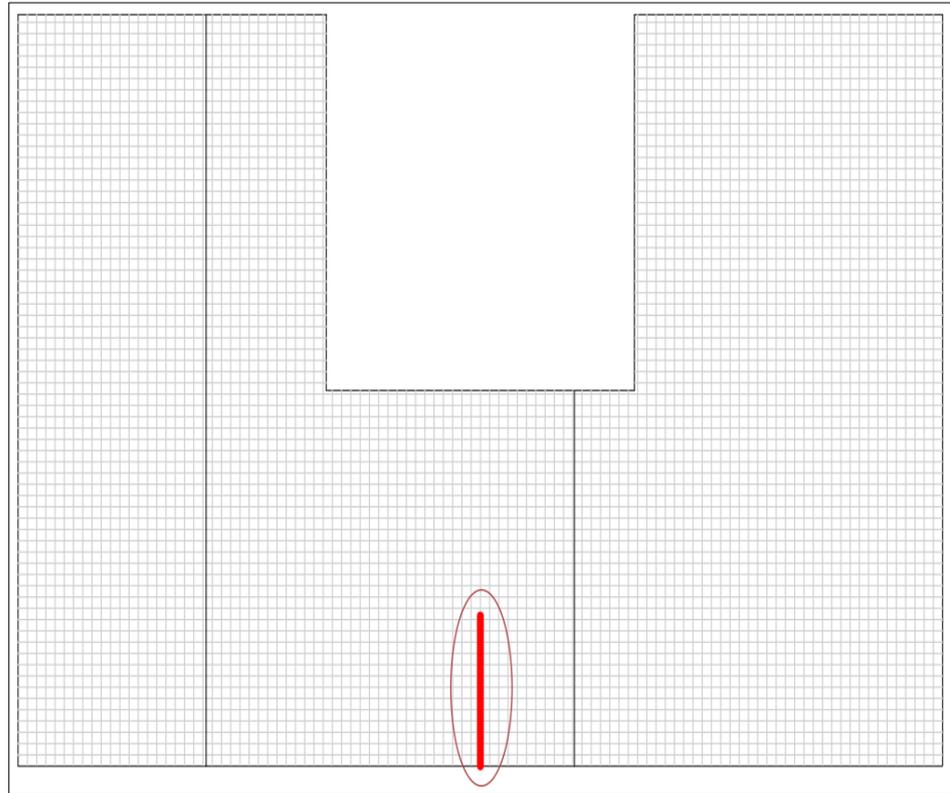
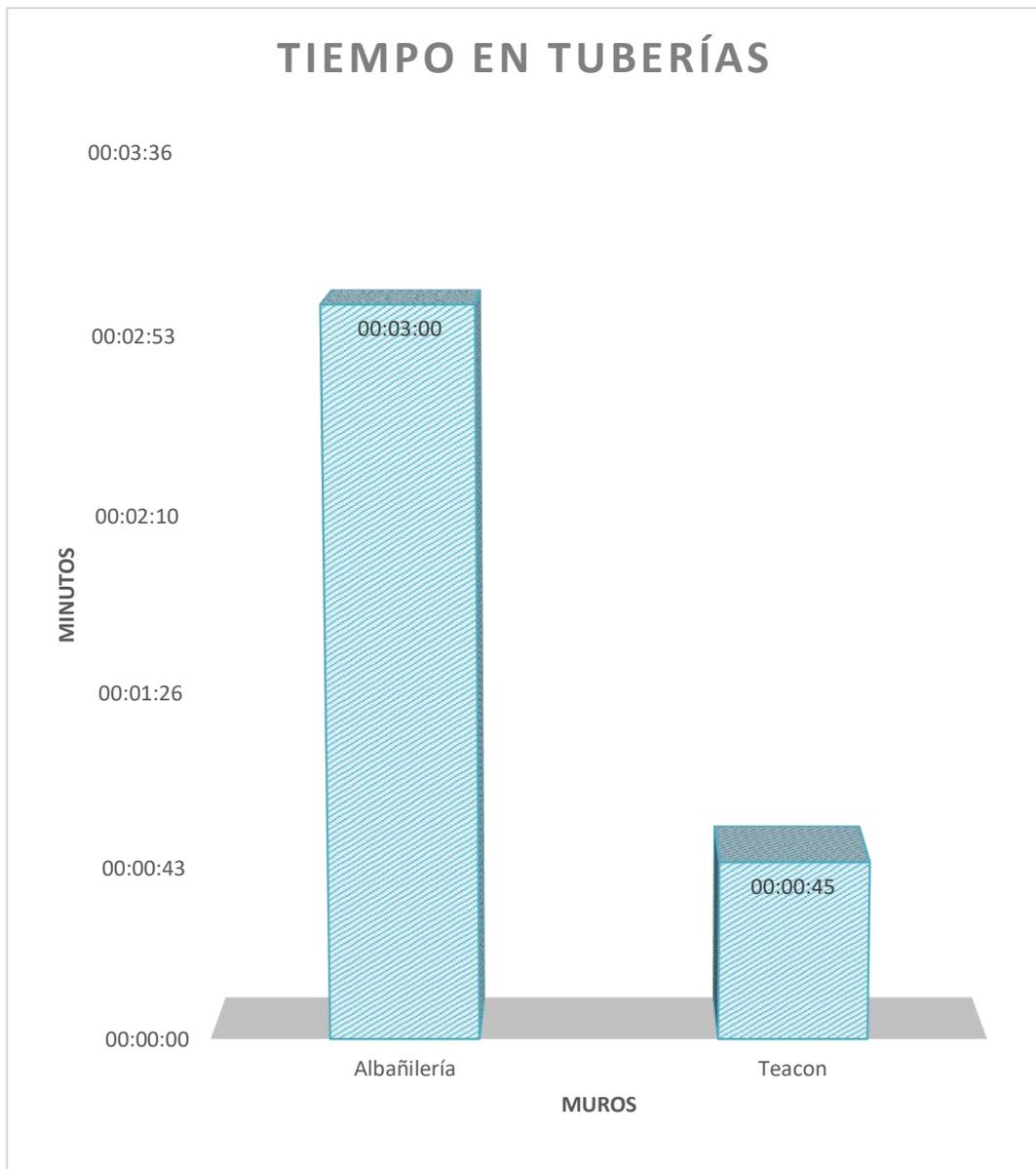


Figura 70: Instalación de tubería en muro teacon real.

- Perforado de la longitud donde ira la tubería con ayuda del soplete:  
Picado = 10.00 seg cada 100.00 cm  
Torat = 5.00 seg
- Colocación de la tubería en el muro:  
Colocación = 15.00 seg cada 50.00 cm de tubería.
- Se fija mediante trozo de malla y alambre de amarre:  
Fijación = 15.00 seg cada 50.00 cm de tubería.
- Tiempo total: 00:00:45 Horas.



Gráfica 6: Tiempo en instalación de tuberías.

Si: 00:03:00 → 100.00 %

Entonces: 00:00:45 → X %

$$X = 25.00 \%$$

La instalación de tuberías en muros teacon demoran un 75.00 % menos de tiempo que instalarlos en muros de albañilería.

### 3.9. Transmisión de temperatura

#### 3.9.1. Transmisión de temperatura en muro de albañilería:

La transmisión de temperatura se la realizó con ayuda de dos instrumentos, un soplete a gas para brindar temperatura a los muros (ver figura 36) y un termómetro digital (ver figura 71 y 72), termómetro con la capacidad a registrar temperaturas de hasta 500 °C (grados centígrados) utilizado en la industria metálicas. La medición de temperatura se la realizó en un mismo punto, por ambos lados del muro nombrados estos puntos de medición como “A” y “B”, esta temperatura se la registró en la ficha de evaluación de transmisión de temperatura A y T (ver anexo N° 8 y N° 9).

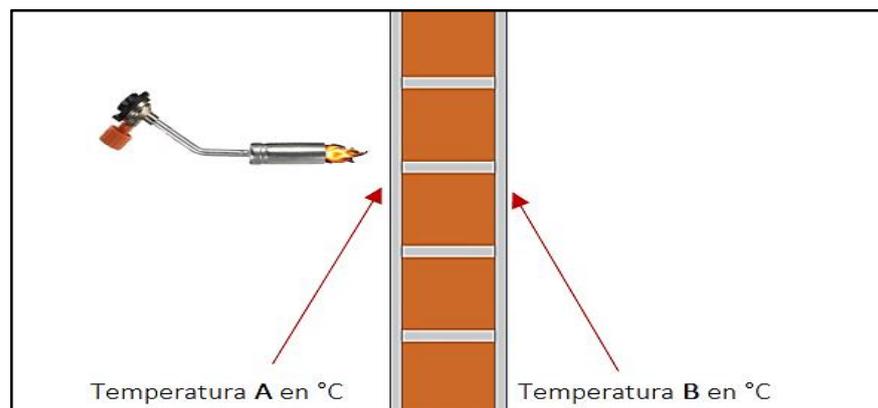


Figura 71: Transmisión de temperatura en muro de albañilería.

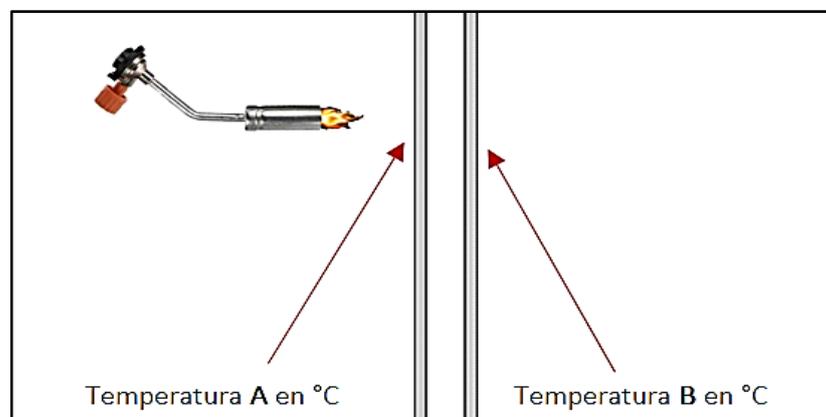


Figura 72: Transmisión de temperatura en muro teacón.

### 3.9.1.1. Transmisión de temperatura en muro N° 1:

**Tabla 31**

*Temperatura en muro N° 1.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	20.30	18.00
30	26.70	18.00
60	39.60	20.60
90	58.80	23.90
120	85.30	31.90
150	117.90	44.30
200	164.10	61.80

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 52.02 %
- Tiempo de 90.00 seg = 40.65 %
- Tiempo de 120.00 seg = 37.40 %
- Tiempo de 150.00 seg = 37.57 %
- Tiempo de 200.00 seg = 37.66 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 1:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 1}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 41.06 \%$$

### 3.9.1.2. Transmisión de temperatura en muro N° 2:

**Tabla 32**

*Temperatura en muro N° 2.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	21.5	17.80
30	24.1	17.80
60	42.2	20.60
90	57.5	26.80
120	88.7	37.40
150	116.1	44.50
200	167.9	63.10

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 48.82 %
- Tiempo de 90.00 seg = 46.61 %
- Tiempo de 120.00 seg = 42.16 %
- Tiempo de 150.00 seg = 38.33 %
- Tiempo de 200.00 seg = 37.58 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 2:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 2}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 42.70 \%$$

### 3.9.1.3. Transmisión de temperatura en muro N° 5:

**Tabla 33**

*Temperatura en muro N° 5.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	20.9	17.90
30	26.5	17.90
60	40.7	21.80
90	61.1	28.30
120	85.3	38.70
150	118.9	45.80
200	164.9	62.40

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 53.56 %
- Tiempo de 90.00 seg = 46.32 %
- Tiempo de 120.00 seg = 45.37 %
- Tiempo de 150.00 seg = 38.52 %
- Tiempo de 200.00 seg = 37.84 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 5:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 5}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 44.32 \%$$

#### 3.9.1.4. Transmisión de temperatura promedio en muro de albañilería:

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 1:

Temperatura de muro N° 1 = 41.06 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 2:

Temperatura de muro N° 2 = 42.70 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 5:

Temperatura de muro N° 5 = 44.32 %

- Porcentaje promedio de transmisión de temperatura en muro de albañilería:

% Albañilería = 42.70 % = 45.00 %

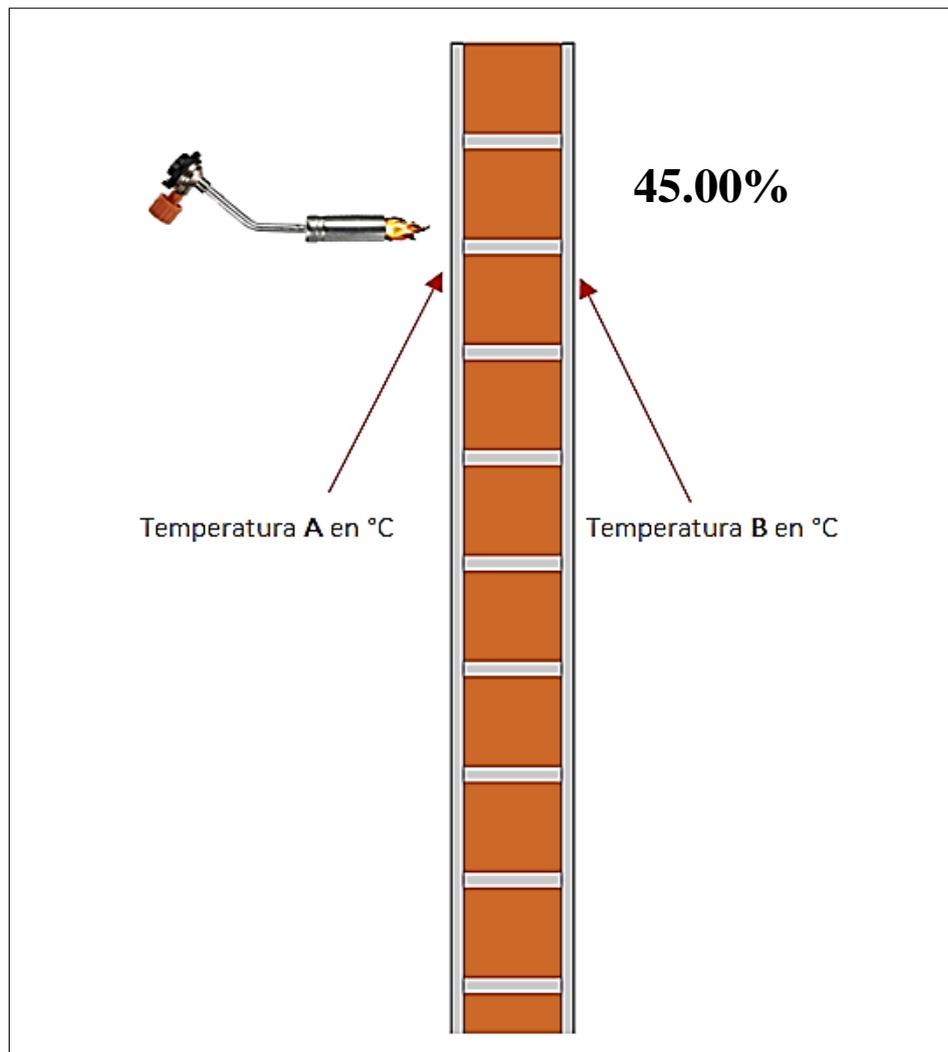


Figura 73: Porcentaje de transmisor de temperatura en muro de albañilería.

### 3.9.2. Transmisión de temperatura en muro teacon:

#### 3.9.2.1. Transmisión de temperatura en muro N° 3:

**Tabla 34**

*Temperatura en muro N° 3.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	22.4	17.60
30	28.0	17.60
60	42.80	18.00
90	58.30	19.10
120	88.80	20.30
150	115.90	21.30
200	168.00	22.10

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 42.06 %
- Tiempo de 90.00 seg = 32.76 %
- Tiempo de 120.00 seg = 22.86 %
- Tiempo de 150.00 seg = 18.38 %
- Tiempo de 200.00 seg = 13.15 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 3:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 3}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 25.84 \%$$

### 3.9.2.2. Transmisión de temperatura en muro N° 4:

**Tabla 35**

*Temperatura en muro N°4.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	21.8	17.80
30	27.2	17.80
60	41.6	18.20
90	61.3	19.40
120	91.9	20.40
150	119.4	21.20
200	170.5	22.30

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 43.75 %
- Tiempo de 90.00 seg = 31.65 %
- Tiempo de 120.00 seg = 22.20 %
- Tiempo de 150.00 seg = 17.76 %
- Tiempo de 200.00 seg = 13.08 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 4:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 4}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 25.69 \%$$

### 3.9.2.3. Transmisión de temperatura en muro N° 6:

**Tabla 36**

*Temperatura en muro N° 6.*

Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C
10	22	17.60
30	26	17.60
60	41.9	18.30
90	57.9	19.10
120	92	21.50
150	115.9	21.90
200	169.2	22.30

- Porcentaje de transmisión de temperatura:

Del punto “A” al punto “B” transmite el:

- Tiempo de 10.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 30.00 seg = 00.00 %
- Tiempo de 60.00 seg = 43.68 %
- Tiempo de 90.00 seg = 32.99 %
- Tiempo de 120.00 seg = 23.37 %
- Tiempo de 150.00 seg = 18.90 %
- Tiempo de 200.00 seg = 13.18 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura promedio en muro N° 6:

$$(\sum \text{Temp de muro N° 6}) / 5 = X \%$$

$$\text{Temp (°C) Promedio} = 26.42 \%$$

#### 3.9.2.4. Transmisión de temperatura promedio en muro Teacon:

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 3:

Temperatura de muro N° 3 = 25.84 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 4:

Temperatura de muro N° 4 = 25.69 %

- Porcentaje de transmisión de temperatura de muro N° 6:

Temperatura de muro N° 6 = 26.42 %

- Porcentaje promedio de transmisión de temperatura en muro teacon:

% Teacon = 25.98 % = 26.00 %

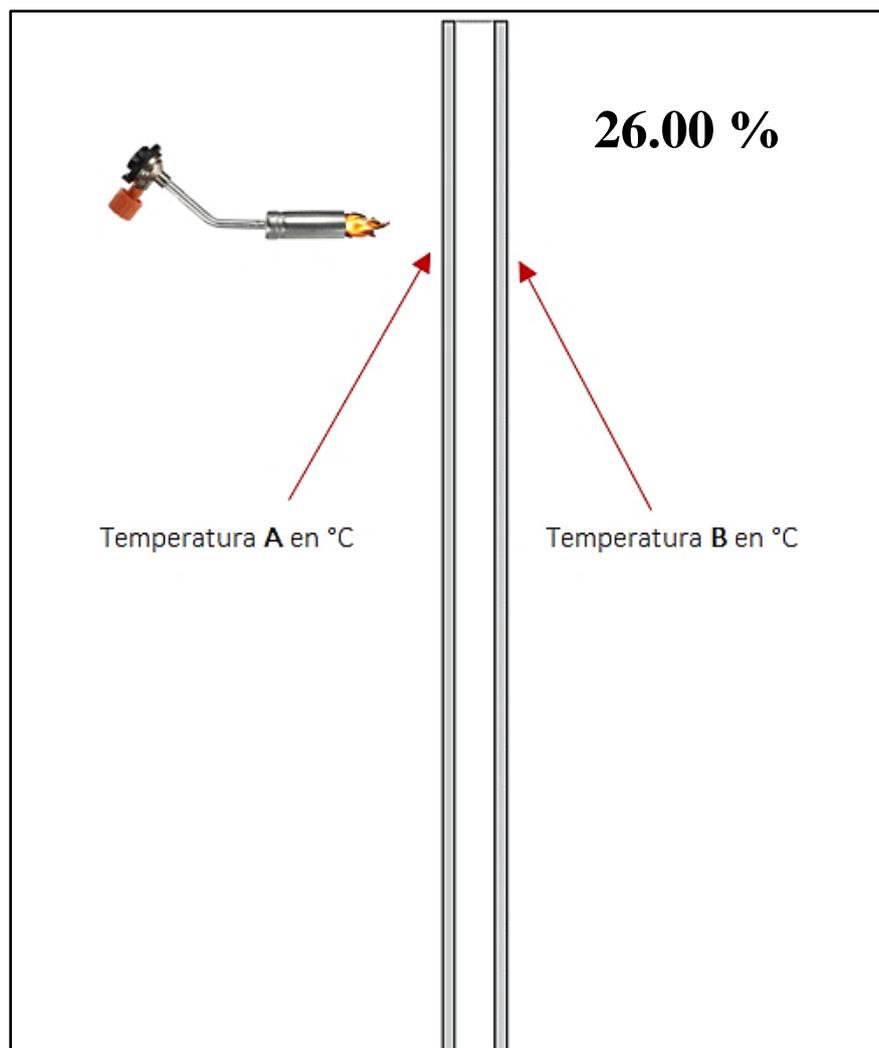
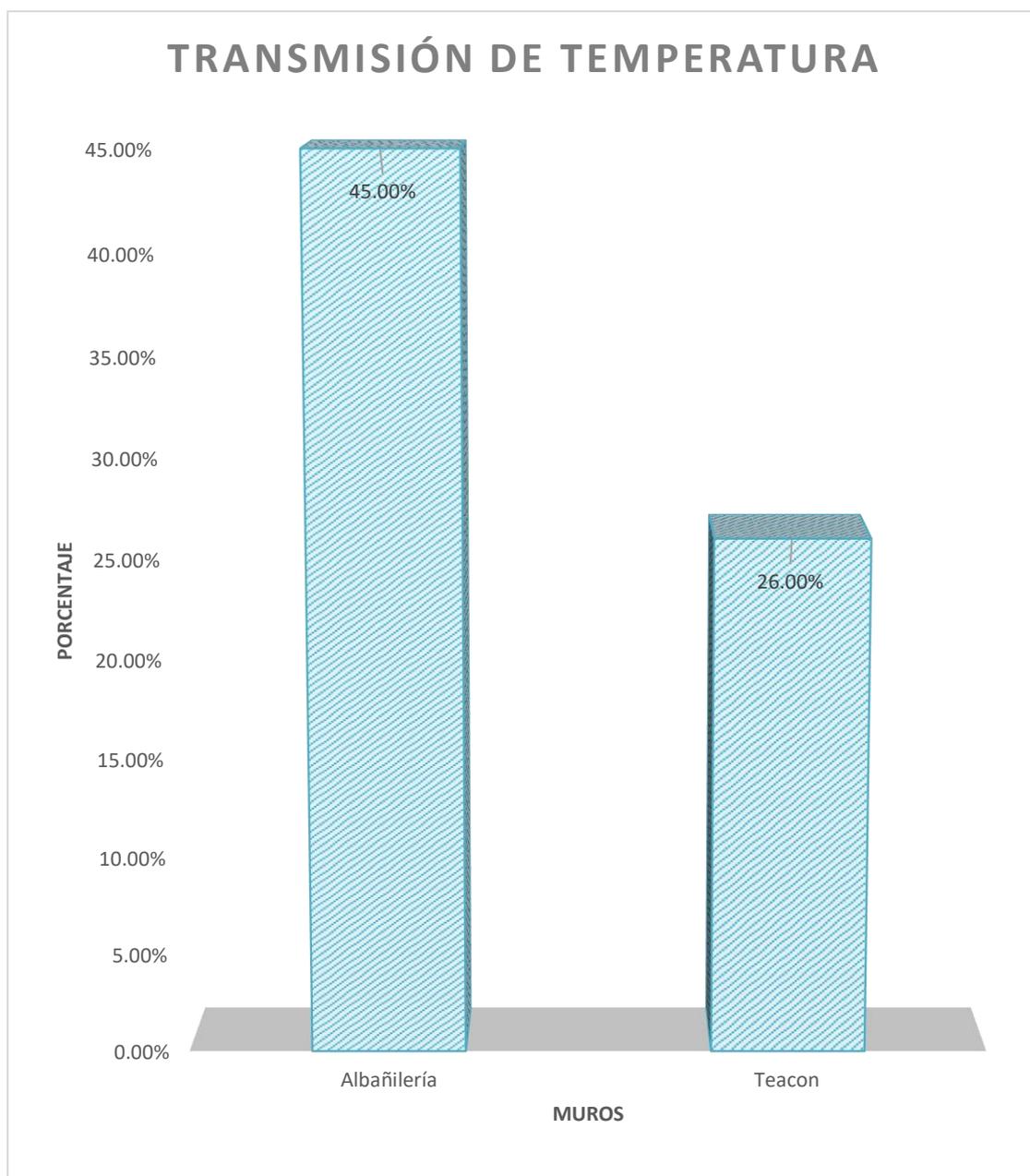


Figura 74: Porcentaje de transmisor de temperatura en muro teacon.



Gráfica 7: Porcentaje de transmisión de temperatura.

Albañilería: 45.00 %

Teacon: 26.00 %

Los muros teacon transmiten solo el 26.00 % de temperatura, mientras que los muros de albañilería transmiten alrededor de 45.00 %, la incorporación del tecnopor hace que estos muros tengan una capacidad de aislante térmico mayor que los muros de albañilería.

### 3.10. Resistencia al fuego.

#### 3.10.1. Resistencia al fuego del muro de albañilería:

➤ Etapa N° 1:

- Tiempo transcurrido: 00:10:00 horas.
- Temperatura aproximada: 300.00 °C.
- Descripción: El concreto empieza a adoptar un color rojizo por la acción del fuego, es golpeado levemente con el cincel y la superficie no sufre ningún cambio (resistencia al 100.00 %).

➤ Etapa N° 2:

- Tiempo transcurrido: 00:30:00 horas.
- Temperatura aproximada: 400.00 °C.
- Descripción: Por la acción del fuego el concreto adopta un color rojo intenso, al ser golpeado con un cincel la superficie pierde resistencia, pero el interior sigue aún intacto (resistencia al 80.00 %).

➤ Etapa N° 3:

- Tiempo transcurrido: 01:00:00 horas.
- Temperatura aproximada: 480.00 °C.
- Descripción: En la parte del centro el concreto se encuentra de color rojo intenso y los alrededores negro carbón, con un aspecto de cenizas. Al ser golpeado con un cincel el concreto fácilmente se desprende, dejando a la vista la parte interior que son los ladrillos (resistencia del concreto 0.00 %).

➤ Etapa N° 4:

- Tiempo transcurrido: 01:35:00 horas.
- Temperatura aproximada: 450.00 °C a +.
- Descripción: Al estar sin recubrimiento de concreto el ladrillo empieza a adoptar el color rojizo intenso, pero el desmoronamiento del ladrillo sucede mucho más lento alrededor de media hora, al ser golpeado levemente con un cincel este se desmorona fácilmente.

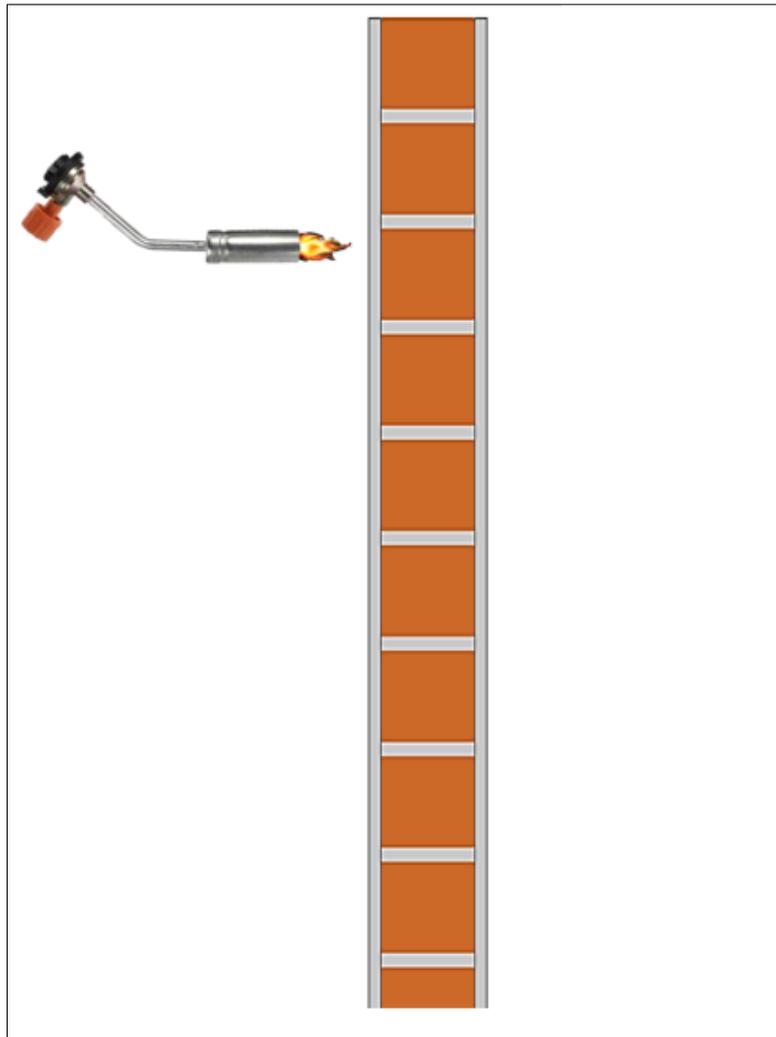


Figura 75: Resistencia al fuego del muro de albañilería.

### 3.10.2. Resistencia al fuego del muro teacon:

➤ Etapa N° 1:

- Tiempo transcurrido: 00:10:00 horas.
- Temperatura aproximada: 300.00 °C.
- Descripción: El concreto empieza a adoptar un color rojizo por la acción del fuego, es golpeado levemente con el cincel y la superficie no sufre ningún cambio (resistencia al 100.00 %).

➤ Etapa N° 2:

- Tiempo transcurrido: 00:30:00 horas.
- Temperatura aproximada: 400.00 °C.
- Descripción: Por la acción del fuego el concreto adopta un color rojo intenso, al ser golpeado con un cincel la superficie pierde resistencia, pero el interior sigue aún intacto (resistencia al 80.00 %).

➤ Etapa N° 3:

- Tiempo transcurrido: 01:00:00 horas.
- Temperatura aproximada: 480.00 °C.
- Descripción: En la parte del centro el concreto se encuentra de color rojo intenso y los alrededores negro carbón, con un aspecto de cenizas. Al ser golpeado con un cincel el concreto fácilmente se desprende, dejando a la vista la parte interior de las mallas de acero quemadas y el tecnopor (resistencia del concreto 0.00 %).

➤ Etapa N° 4:

- Tiempo transcurrido: 01:02:00 horas.
- Temperatura aproximada: 450.00 °C a +.
- Descripción: Al estar sin recubrimiento de concreto las mallas de acero pierden toda su resistencia y se desmoronan como palitos de madera, el tecnopor al entrar a contacto con el fuego inmediatamente es absorbido y desaparece.

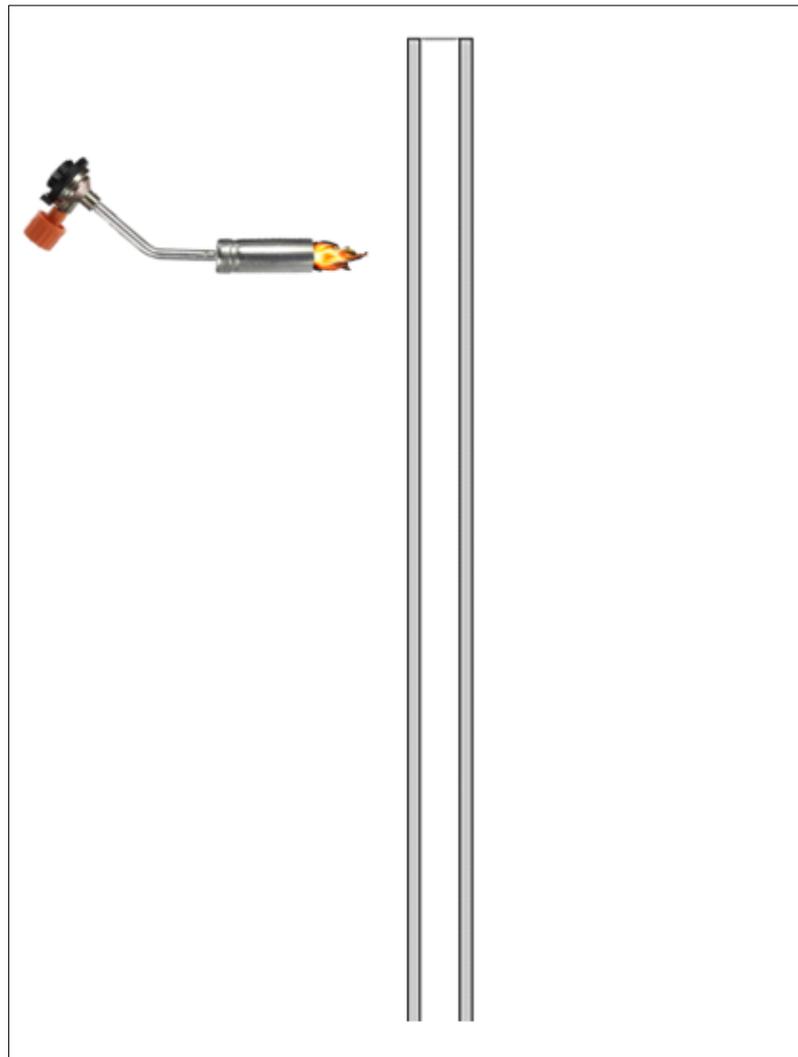
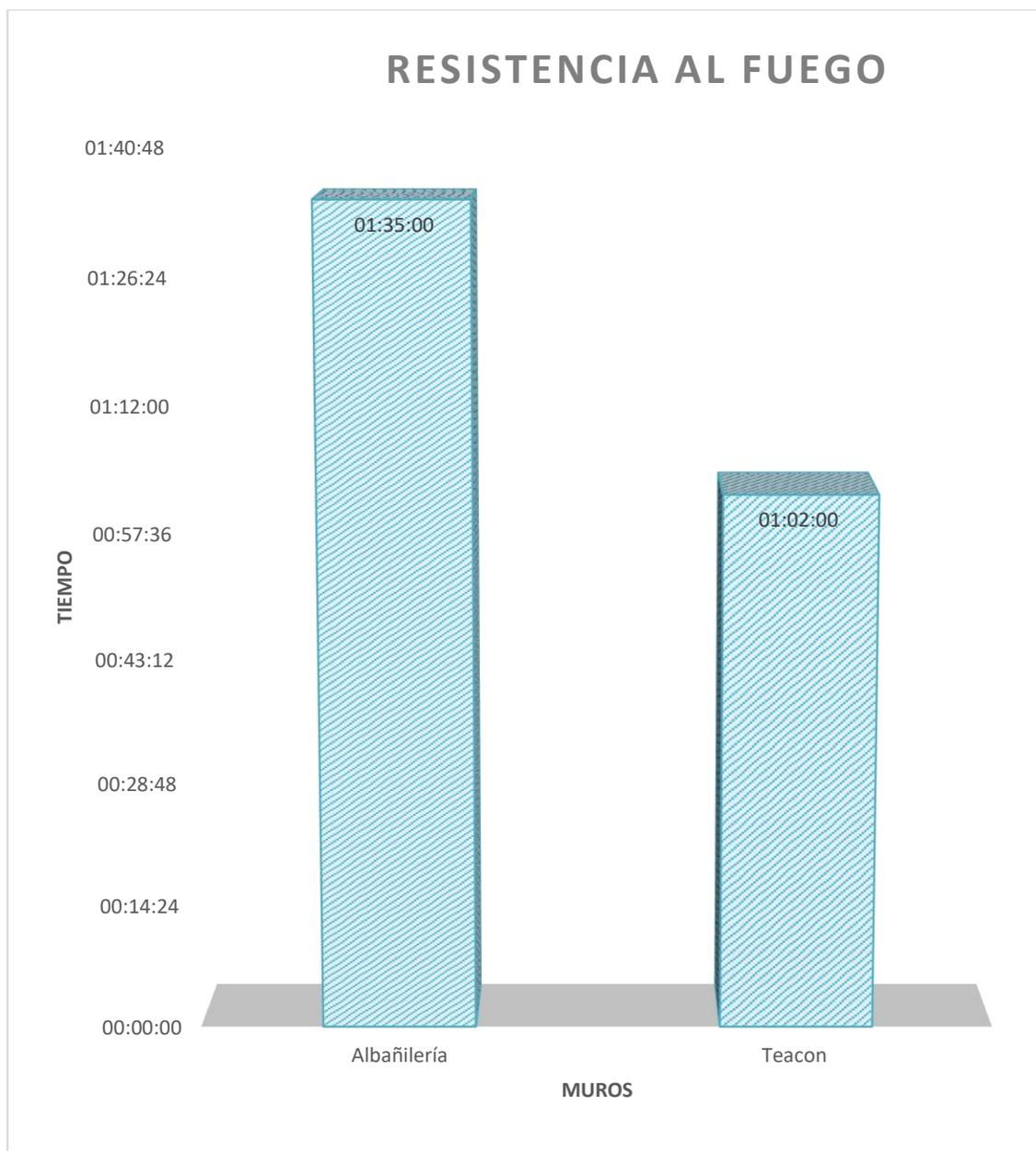


Figura 76: Resistencia al fuego del muro teacon.



Gráfica 8: Resistencia al fuego.

Albañilería: 01:35:00 horas.

Teacon: 01:02:00 horas.

El muro de albañilería resiste alrededor de 30:00 minutos más porque su material base o interior son los ladrillos de arcilla; materiales orneados a gran temperatura para su creación mientras que el tecnopor es un material altamente inflamable que al contacto con el fuego este se consume y desaparece por completo.

### 3.11. Diseño para cargas ortogonales al plano del muro.

Para este parámetro se utilizaron características de los prototipos de muros de cada tecnología (ver figura 77 y 78).

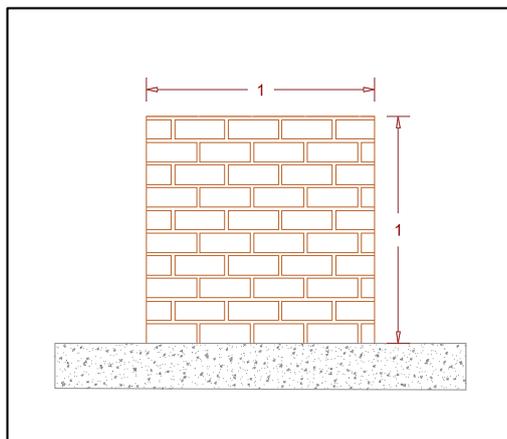


Figura 77: Muro de un metro cuadrado de albañilería.

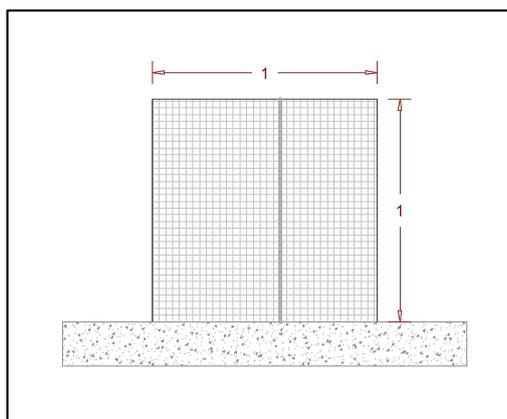


Figura 78: Muro de un metro cuadrado de albañilería.

**Tabla 37**

*Datos para el diseño de cargas ortogonales.*

Descripción	Coefficiente	Valor
Factor de zona	Z	0.35
Factor de importancia	U	1.00
Coefficiente sísmico	C	2.50
Dimensión crítica del paño	a	1.00
Coefficiente de momento	m	0.50

### 3.11.1. Diseño para cargas ortogonales al plano del muro de albañilería:

Peso volumétrico de la albañilería = 1,900.00 Kg (y)

Espesor bruto de la albañilería = 15.00 cm (e)

$$w = 0.8 \times Z \times U \times C \times y \times e$$

$$w = 0.8 \times 0.35 \times 1 \times 2.50 \times 1900 \times 0.15$$

$$w = 199.50 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_s = m \times w \times a^2$$

$$M_s = 0.50 \times 199.50 \times 1^2$$

$$M_s = 99.75 \text{ kg. m/m}$$

$$f_m = 6 \times \left( \frac{M_s}{t^2} \right)$$

$$f_m = 6 \times \left( \frac{99.75}{15^2} \right)$$

$$f_m = 2.66 \text{ Kg/cm}^2$$

### 3.11.2. Diseño para cargas ortogonales al plano del muro teacon:

Peso volumétrico de la albañilería = 786.25 Kg (y)

Espesor bruto de la albañilería = 8.00 cm (e)

$$w = 0.8 \times Z \times U \times C \times y \times e$$

$$w = 0.8 \times 0.35 \times 1 \times 2.50 \times 786.25 \times 0.08$$

$$w = 44.03 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_s = m \times w \times a^2$$

$$M_s = 0.50 \times 44.03 \times 1^2$$

$$M_s = 22.02 \text{ kg. m/m}$$

$$f_m = 6 \times \left( \frac{M_s}{t^2} \right)$$

$$f_m = 6 \times \left( \frac{22.02}{8^2} \right)$$

$$f_m = 2.06 \text{ Kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible en tracción por flexión de ambos muros o tecnologías, sobre pasa el valor máximo para albañilería simple que es de 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Ambas estructuras se sometieron a diferentes pruebas donde se evaluaron diversos parámetros, los cuales sirvieron para identificar la estructura más eficiente y económica entre muros de albañilería y muros teacon.

Como se ve en la tabla 4 la cantidad de materiales y herramientas requeridas para la construcción de muros teacon es mucho mayor que las requeridas para la construcción de muros de albañilería. Para los muros de albañilería el operario necesita nueve herramientas entre las que destacan la plomada y el cordel, ambas herramientas utilizadas netamente en el levantamiento de muros con unidades de albañilería tales como lo son los ladrillos de arcilla; estas herramientas se utilizan para verificar la rectitud o verticalidad del muro.

Por otro lado, para la construcción de muros teacon el operario necesita de trece herramientas, entre las que destaca el arco cierra utilizado para el corte de acero y planchas de tecnopor, el alicate utilizado en el alambre de amarre para la fijación de las mallas de acero con el tecnopor, la tijera hojalatera servirá para dar la forma requerida a las mallas de acero electro soldadas, y por último el soplete utilizado para la instalación de tuberías. En el caso de los materiales en los muros de albañilería requieren esencialmente solo dos, el ladrillo de arcilla y el concreto, que en él contiene a su vez tres materiales que vienen a ser el cemento, agrado fino y agua. En el caso de los materiales de los muros teacon también es mayor la cantidad que se requieren para su construcción; adicional al concreto en los muros teacon se utilizó el poliestireno expandido o tecnopor, las mallas de acero electro soldadas, acero corrugado y alambre de amarre.

El tiempo requerido para la construcción de ambas estructuras es un factor importante, ya que nos brindó el precio de la mano de obra. En la presente tesis se construyeron seis muros, tres de cada tecnología; cuatro de estos muros solo fueron prototipos de un metro cuadrado los cuales para el parámetro de tiempo de construcción no fueron considerados ya que no es posible la medición del tiempo o rendimiento real de un operario en muros tan pequeños. Por eso los tiempos considerados fueron solo de los muros reales de 5.00 m<sup>2</sup> como se muestra en las figuras 10 y 11, para la medición de tiempo de construcción también se añadió el tiempo de tarrajeo. Considerando solo la construcción de un metro cuadrado de muro de albañilería el resultado fue de 57:00 minutos.

En la tesis de la ingeniera Rojas Montoya nos dice que el rendimiento de mano de obra en muros de albañilería tipo sogá es de 8.90 m<sup>2</sup>/día, y en la construcción de nuestro muro nos da un rendimiento de 8.50 m<sup>2</sup>/día; lo cual es relativamente muy parecido. Por lo contrario en la construcción de un muro teacon el m<sup>2</sup> de este muro lleva alrededor de 47:00 minutos; si este tiempo lo convertimos a rendimiento de un operario nos da un promedio de 10.20 m<sup>2</sup>/día; siendo este mayor que el señalado por la ingeniera Rojas Montoya en su tesis y además también es mayor que el rendimiento promedio de muros de albañilería tipo sogá señalado en la CAPECO siendo este de 9.30 m<sup>2</sup>/día. En el caso del tarrajeo, también existe una gran diferencia entre ambas estructuras, puesto que el tarrajeo de un m<sup>2</sup> de muro por ambos lados en los muros teacon es menor que en los muros de albañilería; esto se puede explicar a que en el muro teacon existe previamente un chicoteo manual de grout, este revestimiento preliminar con grout permite un mejor tarrajeo.

El tarrajeo en un m<sup>2</sup> de muro de albañilería por ambos lados demora alrededor de 45:00 minutos y en m<sup>2</sup> de muro teacon por ambos lados demora 39:00 minutos. Juntando los tiempos de construcción y tarrajeo como se muestra en la gráfica numero 1 podemos decir que la construcción y tarrajeo de un muro de albañilería lleva alrededor de 01:42:00 horas, mientras que la construcción y tarrajeo de muro teacon lleva 01:26:00 horas. Esto nos da como resultado que el muro teacon llega a ser construido y tarrajado en 15.00 % menos de tiempo que un muro de albañilería, teniendo claro que el rendimiento en muro teacon es 1.30 m<sup>2</sup>/día más que el rendimiento de mano de obra en muros de albañilería.

En el parámetro de materiales dejamos claro que la variedad de materiales utilizados en los muros teacon es mayor a la utilizada en los muros de albañilería; pero el presupuesto es menor ya que estos materiales se utilizan en menor cantidad que los utilizados por los muros de albañilería. Uno de los materiales que aumenta el costo de los muros de albañilería es el ladrillo de arcilla el cual en un m<sup>2</sup> entran aproximadamente 24.00 soles, otro de los factores que llega a elevar el presupuesto de estos muros es la mano de obra ya que demoran más en la construcción, por 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería el costo promedio de mano de obra es de alrededor de 10.70 soles y el de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon es de tan solo 9.00 soles.

Como se ve en la tabla 29 y 30 el presupuesto definitivo de cada estructura por 1.00 m<sup>2</sup> de muro, en este presupuesto tiene la suma de la mano de obra en la construcción y tarrajeo, los costos de los materiales en la construcción del muro en sí y los costos de materiales de tarrajeo, todos estos materiales incluyendo sus respectivos desperdicios los cuales fueron especificados anteriormente.

El presupuesto total de 1.00 m<sup>2</sup> de muro de albañilería asiendo a 45.90 soles, y el costo de 1.00 m<sup>2</sup> de muro teacon asiendo a 44.10 soles. El muro teacon o la implementación de la tecnología es 1.80 soles más barato o económico que el muro de albañilería. Por lo indicado en la gráfica 2 en porcentaje estamos hablando que la implementación de la tecnología teacon en infraestructuras civiles como viviendas uní familiares o multifamiliares reduce un 4.00 % los costos de la tabiquería.

Para analizar mejor los resultados obtenidos en los espesores de ambas estructuras de diseño un departamento de 90.50 m<sup>2</sup> de área total construida, siendo un departamento convencional con ambientes básicos como una sala comedora, cocina, habitaciones y baño. Como se ve en la figura 63 se probó la tecnología teacon en los muros interiores, de igual manera también se diseñó un departamento con muro de albañilería tradicional representado en la figura 62, con ambos diseños realizados se pudo ver la diferencia de áreas libres que proporcionan los muros interiores.

En la gráfica 3 podemos observar que los resultados obtenidos fueron que en el departamento con los muros de albañilería tenía un espacio libre de 80.50 m<sup>2</sup>, esto se traduce que los muros de albañilería ocupan 10.00 m<sup>2</sup> del área total; mientras que en el departamento donde se implementó la tecnología teacon el área libre es de 82.30 m<sup>2</sup>, los muros teacon ocupan un área de 8.20 m<sup>2</sup>, se pueden decir que utilizando los muros de albañilería del 100.00 % de área construida se aprovecha un 89.00 % de esta área; en cambio sí se implementa la tecnología teacon el área que se aprovecharía sería un 91.00%. Estos porcentajes nos brindan una lectura clara que la implementación de la tecnología teacon, donde nos brindara un 2.00 % en aprovechamiento del área total de la construcción.

Mientras una estructura es más grande, mayores serán las cargas que tendrá que resistir sus bases o cimentaciones; por lo cual en la ingeniería se siguen desarrollando nuevas tecnologías para aliviar estas cargas, pero no dejando de lado la seguridad, resistencia, durabilidad y bienestar de los pobladores. En el caso de los muros teacon tiene una gran diferencia de peso con relación a los muros de albañilería a los cuales se pretende suplantar, estos tipos de elementos estructurales son no portantes por lo que solo resisten su peso propio, pero en cantidad proporcionan grandes cargas a las edificaciones. Como observamos en la gráfica 4 en el caso de la albañilería cada metro cuadrado de muro pesa 285.00 kg, en comparación con el muro teacon tiene una gran diferencia ya que este solo pesa 63.00 kg, siendo 222.00 kg menos pesado, al trasladar estos pesos a porcentajes se puede decir que cada metro cuadrado de muro teacon pesa 78.00 % menos que un muro de albañilería; con esto queda comprobado que la implementación de muro teacon en las infraestructuras reducirían de gran manera las cargas muertas.

En este parámetro no solo se midió el tiempo que demora o toma realizar el vano o abertura en un muro, sino que también se identificó el proceso, la cantidad de pasos a seguir y cuán tedioso puede tornarse este proceso. En el caso de los muros de albañilería se consideran cinco pasos a seguir para la realización de vanos, número uno la delimitación del perímetro del vano, dos mediciones del ladrillo a la longitud requerida, tres corte o rotura del ladrillo, cuatro colocación del ladrillo en su posición final y cinco la rectificación de la verticalidad del muro; por contar con estos cinco pasos se define como un proceso tedioso; este proceso en el vano que se realizó de 1.00 m<sup>2</sup> se llevó a cabo en 00:13:20 horas.

En el caso del muro teacon el proceso se reduce a dos pasos, el primero es el corte del tecnopor a las medidas requeridas y el segundo es el corte de la malla de acero electro soldada, este proceso se define como más simple y sencillo de realizar. Por lo expuesto en la gráfica 5 el proceso de realización de vanos en el muro teacon se llevó a cabo en 00:03:00 horas, teniendo una diferencia de alrededor de 10:00 minutos. Trasladando estos resultados a porcentajes se puede concluir que la realización de un vano en los muros teacon son realizados alrededor de 77.00 % más rápidos que en los muros de albañilería tradicional, ya que cuentan con un proceso más fácil y sencillo de realizar.

Para la medición de este parámetro fue necesario la instalación de una tubería con de 0.40 m en cada tecnología. Para la realización de una instalación de tubería en un muro de albañilería es necesario un cincel y una comba, con las cuales se picará la longitud donde se requiera la implementación de la tubería, luego de colocar la tubería en su posición final esta es asegurada con concreto para que se pueda estabilizar. En el caso del muro teacon el proceso es más simple ya que con ayuda del soplete solo se tiene que graduar la llama y pasar por donde se quiera instalar la tubería; inmediatamente se realiza el quemado al tecnopor y se coloca la tubería en ella, si la abertura es muy grande se puede colocar un trozo de malla para asegurar la instalación. En la gráfica 6 ambos procesos difieren en tiempo ya que la instalación en un muro de albañilería toma alrededor de 03:00 minutos cada medio metro, por otro lado, la instalación de tuberías en un muro teacon solo le lleva a cabo 00:00:45 segundos. En porcentajes se puede decir que es 75.00 % más rápido la instalación de tuberías en muros teacon que en muros de albañilería.

Para la transmisión se midió la temperatura en diferente tiempo con ayuda de un termómetro digital con la capacidad de tener lecturas de hasta 500 °C. Estas lecturas fueron realizadas en ambas estructuras dándonos como resultado la diferencia de temperaturas en el punto donde se sometía a calor y al otro lado del muro.

Los resultados obtenidos en las tablas 31, 32, 33, 34, 35 y 36 fueron convertidos a porcentajes para así poder tener como conclusión; que los muros de albañilería tienen una capacidad de transmisión de temperatura de hasta 45.00 %, por otro lado, el muro teacon tiene una capacidad de transferencia de temperatura de tan solo 26.00 % como se muestra en la gráfica 7. Esta diferencia se debe principalmente que el muro teacon contiene en su interior un material que actúa netamente como aislante térmico que es el tecnopor, este material es el que reduce la capacidad de transmitir temperatura de uno de los lados al otro lado del muro.

Para este parámetro se sometió a uno de los prototipos de cada tecnología a fuego constante, con ayuda de un soplete y un tanque de gas. Luego de un tiempo transcurrido se toman anotaciones de datos como el tiempo transcurrido, la temperatura del muro, coloración de la superficie y que tan consistente seguía el concreto luego de transcurrir cada etapa. En la gráfica 8 el muro de albañilería gracias a que su material principal es el ladrillo de arcilla resistió alrededor de 01:35:00 horas, mientras que el muro teacon tiene como material base al tecnopor que es un material altamente inflamable solo resistió 01:02:00 horas; ya que el tecnopor ni bien tiene contacto con el fuego este se reduce hasta desaparecerse.

En la revisión sistemática en la presente tesis se encontró que INTI construcciones en el año 2017 de acuerdo a la norma IRAM 11949 realizaron la prueba de resistencia al fuego de muros a base de tecnopor mallas de acero y concreto; teniendo como resultado que los muros resistían hasta 90 minutos.

Con lo señalado por INTI construcciones en el año 2017, la presente tesis no concuerda ya que el muro de albañilería alcanzó una resistencia al fuego de 95 minutos mientras que el muro teacon solo alcanzó aproximadamente 1.00 hora con dos minutos. Entre ambas tecnologías existe una diferencia de alrededor de media hora en la resistencia al fuego.

En el parámetro de diseño por cargas ortogonales al plano del muro ambas tecnologías sobrepasan el esfuerzo admisible en tracción por flexión máximo de 1.50 kg/cm<sup>2</sup>, en el caso del muro de albañilería sale un valor de 2.66 kg/cm<sup>2</sup> y el muro teacon tiene un valor de 2.06 kg/cm<sup>2</sup>; esto se puede explicar por la falta de confinamiento vertical en los extremos de los muros.

Fueron tres las limitaciones más marcadas en este proceso, el primero fue lograr contar con un soplete de mano o pistola de fuego que son compactos y más maniobrables por lo que nos tuvimos que agenciar de un soplete grande y un balón de gas para poder realizar corte en las planchas de tecnopor; otra de las limitaciones fue el termómetro digital, utilizamos un termómetro industrial utilizado en fábricas de acero o similares, teóricamente este termómetro podía registrar hasta más de 1000 °C pero al no estar totalmente nuevo a partir de 400°C no registraba con exactitud las medidas de temperatura.

Como ultima limitación podemos contar la falta de confinamiento vertical, la construcción de columnas en los extremos hubiese ayudado en gran magnitud a los cálculos de diseño por cargas ortogonales al plano de ambos muros; esta construcción no se llevó a cabo por un tema de presupuesto.

En comparación con algunos antecedentes que contamos como ya lo mencionamos podemos decir que en cuestión de rendimientos en la mano de obra en las partidas de muro de ladrillos de soga con la tesis de la ingeniera Rojas Montoya; los rendimientos que logramos obtener en la construcción de nuestros muros de albañilería son muy parecidos por lo que concordamos; también tenemos unos estudios de resistencia al fuego las cuales diferimos por tener una menor resistencia en cuestión de tiempos.

El aporte que desea brindar esta investigación es una guía del proceso constructivo de los muros teacon, para que puedan desarrollar estas tecnologías de manera real en distintas obras. La guía por completo se encuentra en el anexo 11 de la presente tesis.

Esta investigación se limitará a solo realizar muros interiores, la razón es porque al ser un muro tan ligero colocarlo en los perímetros de un primer nivel podrían ser inseguros y el ser colocados en muros perimetrales en niveles superiores tendría que por fuerza mayor tener aceros verticales para lograr una real estabilidad y seguridad.

Una de las recomendaciones principales es que el acero estabilizador sea incrustado en el falso piso o losa aligera, esto para tener una buena estabilidad del muro. Con respecto a el muro teacon si la altura de este llega a los dos metros o lo sobre pasa es recomendable utilizar madera para lograr una buena verticalidad; con la madera se logra esta verticalidad luego se realiza el chicoteo manual con grout al día siguen es retirada la madera obteniendo un muro totalmente vertical.

Es recomendable que la malla de unión que son utilizadas para unir las placas teacon estén bien fijadas, para que todas placas trabajen en conjunto como un mismo bloque.

Se recomienda también que el curado de grout se realice de dos a tres veces por día, para así asegurar una buena hidratación del concreto.

Estos muros ya sea el muro de albañilería o el muro teacon se recomienda este confinada por elementos estructurales tanto horizontales (columnas o placas) como verticales (vigas o losas), para poder darle una estabilidad y resistencia.

Por último, es necesario la utilización de EPP (equipo de protección personal) obligatoriamente en cualquier tipo de obras civiles para evitar accidentes, en este caso ya que se trabajó con mallas de acero o alambre de amarre también es necesaria la utilización de guantes.

#### 4.2. Conclusiones:

- Podemos concluir que la hipótesis de la presente tesis es real, ya que el costo y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto mejoran en comparación con los muros de albañilería no portantes.
- Se realizó con éxito el análisis en costos y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto; para compararlos con muros de albañilería confinada no portantes.
- Se determinó las características de cada material utilizado en la presente tesis, de cada uno de ellos como el tecnopor, el cemento, las mallas de acero, ladrillo de arcilla etc. Se determinaron sus pesos específicos, comercialización, costos, tamaños etc.
- Se construyó y tarrajeo por completo seis muros, tres de cada tecnología; tres muros de albañilería tradicional con ladrillos de arcilla, dos de ellos fueron prototipos de un metro cuadrado y el otro un muro real de 5.00 m<sup>2</sup>; y tres muros teacon a base de tecnopor, mallas de acero y concreto, dos de ellos fueron prototipos de un metro cuadrado y el otro un muro real de 5.00 m<sup>2</sup>.
- Se elaboró el presupuesto de ambas tecnologías en un metro cuadrado de construcción, teniendo en cuenta su metrado de materiales y tiempo en el que estas estructuras son construidas.
- Con los muros ya construidos se pudo realizar las pruebas a ambas estructuras; pruebas como espesor de muros, complejidad en vanos y tuberías, pesos, transmisión de temperatura y resistencia al fuego.
- Se determinó la eficiencia económica y estructural de los muros de albañilería y de los muros teacon.

## REFERENCIAS

- ACINDAR Grupo ArcelorMittal, Productos para la construcción civil. Argentina.
- Averardo M. (2009). Cátedra Introducción a la Tecnología: Área de la Tecnología y la Producción. Argentina.
- Blanco A. (2012). Ladrillos. Universidad Católica “Santo Toribio de Mogrovejo”. Lima, Perú.
- Carrillo J., Silva D., Sánchez M. (enero 2016). Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. Ingeniería Investigación y Tecnología. Colombia Bogotá.
- Carrillo J., Silva D., Sánchez M. (enero 2016). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. Colombia, Bogotá.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, área del desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (2000), Lima, Perú.
- Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería (2015). Lima, Perú: Ediciones MARCIAL BLONDET.
- COVINTEC – Manual Técnico (2011). Líderes Mundiales en fabricación y desarrollo de Aplicaciones del Panel Covintec. Veracruz – México.
- Definiciones Web (2008). Red social de debate para científicos e investigadores. Recuperado de <https://www.researchgate.net/>.
- EstisolConstrucción (2015). Concrehaus La solución constructiva eficiente: Fichas Leed. Argentina: Villa Rosa.

Ganga F., Cassinelli A., Piñones M., Quiroz J. (2014). EL CONCEPTO DE EFICIENCIA ORGANIZATIVA: UNA APROXIMACIÓN A LO UNIVERSITARIO, Lima Perú.

Giraldo M. (2005). EVOLUCIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PORTLAND DURANTE EL PROCESO DE HIDRATACIÓN. Universidad Nacional de Colombia, Medellin.

GRUPO DEACERO, (2017). Malla de Ingeniería. Curso de capacitación continua. Perú

Hoyos Saucedo M. (2013). Estudio de patologías de muros más comunes en edificaciones de ladrillo, de dos niveles, zona de Lucmacucho, parte baja, Cajamarca (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. Cajamarca.

INTI Construcciones (noviembre 2017). Ensayo de una muestra de un Panel compuesto denominado 'Concrehaus', solicitado por NOVAPOL S.A. Buenos Aires – Argentina.

ISO 9001 fondo norma (2008). HIERROBECO, C.A. Mallas.

Manual de construcción de aceros Arequipa (2015). Lima, Perú. MAESTRO Asesoría para construir, Muros de Albañilería Confinada. Pag. 01. Recuperado de <http://www.construyebien.com/construye-bien-proyectos.html>.

Martínez N. (2012) Construcción en Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido. Universidad Politécnica de Cartagena Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación. Cartagena.

Moreno Fernández, E. (marzo 2006), Corrosión de Armaduras en estructuras de hormigón: Estudio Experimental de la variación de la ductilidad en armaduras corroídas aplicando el criterio de acero equivalente. (Tesis Doctoral). Leganés: Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería química.

Moreno, F. (2011). El ladrillo en la construcción. España: Ediciones CEAC.

Navarro Campos N. (octubre 2015) Influencia de las perlas de poli estirelo expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a la compresión del hormigón (Trabajo de Titulación previo a la obtención de título de Ingeniero Civil). Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Cuenca – Ecuador.

Norma Técnica Peruana. (2003). Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. (NTP 331.017:2003). Lima: INDECOPI

Perez Garcia A., Gómez Martínez F., Guardiola-Villora A. (octubre 2014). Ecoeficiencia de edificios construidos con paneles estructurales multicapa. Estudio comparado de viviendas construidas con muros de carga de micro-hormigón y paneles de poliestireno. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Pérez J. (2008). Losas de concreto reforzadas con acero inoxidable de desecho. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

Perrilliat R., Cesín J. Recomendaciones para el diseño y construcción de estructuras de mampostería. Constructora y Urbanizadora CUR S.A. de C.V. México D.F.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). Norma Técnica E.070 ALBAÑILERÍA, Lima, Perú.

Repositorio Institucional Digital, Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/785>.

Repositorio Institucional Digital, Universidad Privada del Norte. Recuperado de  
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1387>

Rojas Montoya A. (2014). Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas  
en el distrito de Cajamarca en la partida: Construcción de muros y tabiques de  
albañilería (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil).

Ruiz García J., Alcocer Martínez S. (enero 1999). Desempeño experimental de  
estructuras de mampostería confinada rehabilitadas mediante el uso de malla de  
alambre. División de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM.  
México, D.F.

Sanjuán M., Chinchón S. (2014). Introducción a la fabricación y normalización del  
cemento portland. España. Universidad de Alicante.

Shaquihuanga Ayala D. (2014). Evaluación del estado actual de los muros de albañilería  
confinada en las viviendas del sector Fila Alta – Jaén (Tesis para optar el título  
profesional de Ingeniero Civil). Universidad nacional de Cajamarca. Facultad de  
ingeniería. Escuela académico profesional de ingeniería civil - sede Jaén. Jaén -  
Cajamarca.

Sistema de información científica. Red de Revistas Científicas de América Latina y el  
Caribe, España y Portugal. Recuperado de <http://www.redalyc.org/home.oa>.

Sitio Web. Base de datos bibliográfica (2004). Google- Recuperado de  
<https://scholar.google.com.pe/>.

Sitio Web. Biblioteca científica electrónica en Línea (2002). Recuperado de  
<http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es>.

Sitio Web. Repositorio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recuperado  
de <http://www.dicat.csic.es/rdcsic/index.php/en/>.

Soares N. (2012). El rol físico del agua en mezclas de cemento Portland. Universidad  
Politécnica de Catalunya. Barcelona

Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Civil.  
Cajamarca.

Velarde Mendoza H. (2011). Procedimiento constructivo de un edificio multifamiliar.  
Universidad Ricardo Palma (Informe Técnico para optar el título profesional de  
Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil.  
Lima - Perú.

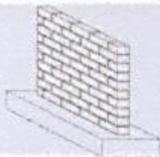
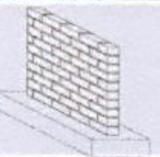
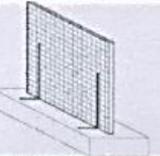
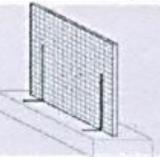
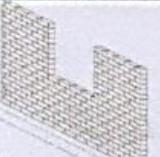
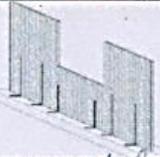
Vivanco B. H. (2006). Análisis comparativo entre materiales innovadores y materiales  
utilizados en la ejecución de viviendas sociales en la décima región, basándose en  
un estudio comparativo de costo – calidad (Tesis para optar el título de Ingeniero  
Constructor). Universidad austral de Chile Facultad de CS. De la ingeniería  
Instituto de obras civiles Escuela de construcción civil. Chile.

Wainshtok H., Lizazo Y. (2013). El uso del ferrocemento en la construcción Civil.  
Experiencia Cubana. Arquitectura y Urbanismo. España.

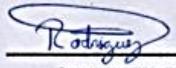
## ANEXOS

### Fichas de evaluación de parámetros:

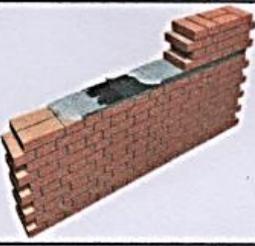
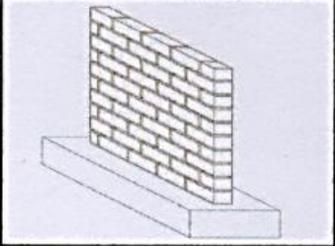
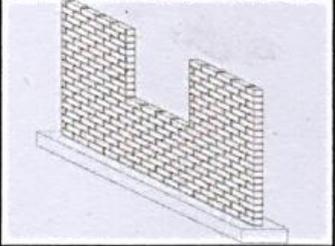
- Anexo N° 1: Ficha de evaluación de metrado de materiales.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES				
	METRADO DE MATERIALES					
Tesista:		Rodríguez García Víctor Alexander				
Asesora:		Alva Sarmiento Anita				
MURO - A	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-01 (ARCILLA)		1.00	Ladrillo de arcilla	Und	48.000	-
			Cemento	m3	0.004	0.006
			Agregado fino	m3	0.022	0.028
			Agua	Lt	6.000	7.400
MURO - A	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-02 (ARCILLA)		1.00	Ladrillo de arcilla	Und	47.000	-
			Cemento	m3	0.004	0.006
			Agregado fino	m3	0.022	0.028
			Agua	Lt	6.000	7.400
MURO - T	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-03 (TECNOPOR)		1.00	Tecnopor	m2	1.050	-
			Mallas de acero	m	2.400	-
			Acero corrugado 3/8	m	1.680	-
			Agregado fino	m3	0.008	0.017
			Cemento	m3	0.002	0.006
			Alambre de amarre	Kg	0.500	-
			Agua	Lt	2.860	5.280
MURO - T	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-04 (TECNOPOR)		1.00	Tecnopor	m2	1.050	-
			Mallas de acero	m	2.400	-
			Acero corrugado 3/8	m	1.680	-
			Agregado fino	m3	0.008	0.017
			Cemento	m3	0.002	0.006
			Alambre de amarre	Kg	0.500	-
			Agua	Lt	2.860	5.280
MURO - A	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-05 (ARCILLA)		5.00	Ladrillo de arcilla	Und	237.000	-
			Cemento	m3	0.022	0.028
			Agregado fino	m3	0.110	0.138
			Agua	Lt	29.700	37.130
MURO - T	IMAGEN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	MATERIAL	UND	CANT/MUR	CANT/TARRJ
M-06 (TECNOPOR)		5.00	Tecnopor	m2	5.500	-
			Mallas de acero	m	12.000	-
			Acero corrugado 3/8	m	5.040	-
			Agregado fino	m3	0.042	0.088
			Cemento	m3	0.013	0.022
			Alambre de amarre	Kg	2.500	-
			Agua	Lt	14.300	26.400

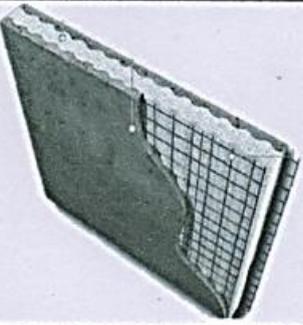
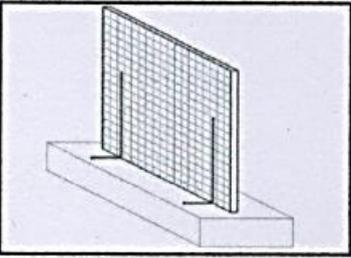
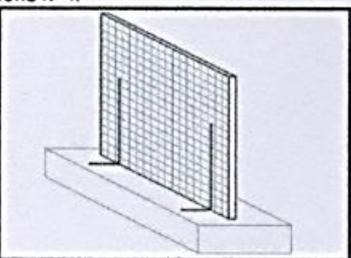
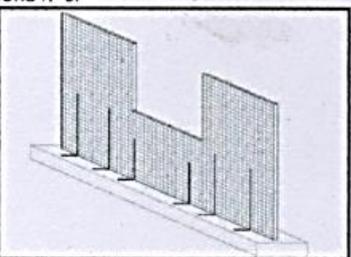
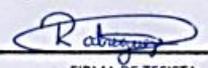
  
 ANITA ELIZABETH ALVA SARMIENTO  
 Ingeniera Civil  
 FIRMADA POR ASESORA  
 FIRMA DE ASESORA

  
 RODRÍGUEZ GARCÍA VÍCTOR ALEXANDER  
 FIRMADA POR TESISTA  
 FIRMA DEL TESISTA

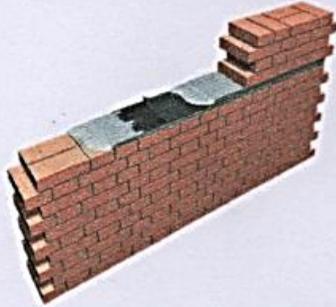
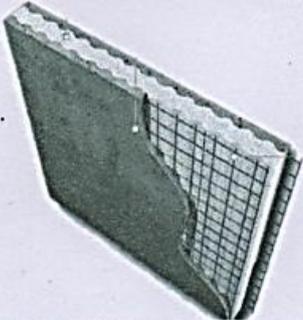
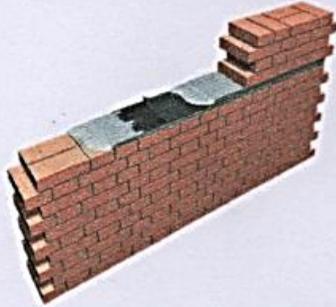
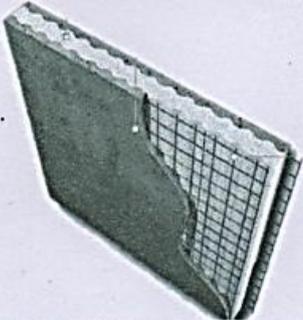
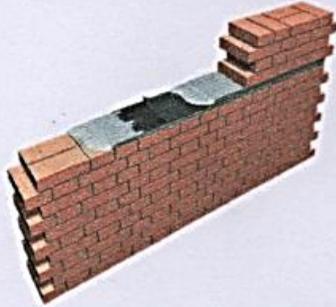
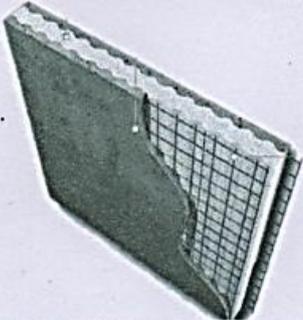
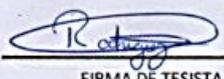
➤ Anexo N° 2: Ficha de evaluación de tiempo de construcción en muro de albañilería.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE													
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS													
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES												
	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA												
Tesista: Rodríguez García Víctor Alexander Asesora: Alva Sarmiento Ahita													
R Proceso de construcción: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Acarreo de material.</li> <li>2) Hidratación del ladrillo.</li> <li>3) Preparación de mortero.</li> <li>4) Hiladas.</li> <li>5) Asentado de ladrillo.</li> <li>6) Control de nivel.</li> <li>7) Tarrajeo de muro.</li> </ol>													
													
◻ MURO N° 1:	Área construida: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>m<sup>2</sup>/día</th> <th>Und/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td>9.30</td> <td>≈ 400.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td>8.90</td> <td>≈ 383.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td>5.90</td> <td>≈ 254.00</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u>            Hora Inicial = 08:35:00 am            Hora Final = 09:57:00 am            Tiempo Total = 01:22:00 Hrs. ≈ 82.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Und/día	Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00	Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00	Rend. Tesis. del operario:	5.90	≈ 254.00
	m <sup>2</sup> /día	Und/día											
Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00											
Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00											
Rend. Tesis. del operario:	5.90	≈ 254.00											
I M A G E N  	Área construida: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>m<sup>2</sup>/día</th> <th>Und/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td>9.30</td> <td>≈ 400.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td>8.90</td> <td>≈ 383.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td>6.20</td> <td>≈ 267.00</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u>            Hora Inicial = 10:00:00 am            Hora Final = 11:18:00 am            Tiempo Total = 01:18:00 Hrs. ≈ 78.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Und/día	Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00	Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00	Rend. Tesis. del operario:	6.20	≈ 267.00
	m <sup>2</sup> /día	Und/día											
Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00											
Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00											
Rend. Tesis. del operario:	6.20	≈ 267.00											
◻ MURO N° 5:	Área construida: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>m<sup>2</sup>/día</th> <th>Und/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td>9.30</td> <td>≈ 400.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td>8.90</td> <td>≈ 383.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td>8.50</td> <td>≈ 366.00</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u>            Hora Inicial = 09:20:00 am            Hora Final = 02:05:00 pm            Tiempo Total = 04:45:00 Hrs. ≈ 285.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Und/día	Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00	Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00	Rend. Tesis. del operario:	8.50	≈ 366.00
	m <sup>2</sup> /día	Und/día											
Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00											
Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00											
Rend. Tesis. del operario:	8.50	≈ 366.00											
I M A G E N  	Área construida: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>m<sup>2</sup>/día</th> <th>Und/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td>9.30</td> <td>≈ 400.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td>8.90</td> <td>≈ 383.00</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td>8.50</td> <td>≈ 366.00</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u>            Hora Inicial = 09:20:00 am            Hora Final = 02:05:00 pm            Tiempo Total = 04:45:00 Hrs. ≈ 285.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Und/día	Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00	Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00	Rend. Tesis. del operario:	8.50	≈ 366.00
	m <sup>2</sup> /día	Und/día											
Rend. Prom. CAPECO:	9.30	≈ 400.00											
Rend. Prom. cajamarca:	8.90	≈ 383.00											
Rend. Tesis. del operario:	8.50	≈ 366.00											
 Asesora: Alva Sarmiento Ahita Reg. CIP N° 80286													
FIRMA DE ASESORA													
 Rodríguez García Víctor Alexander													
FIRMA DE TESISTA													

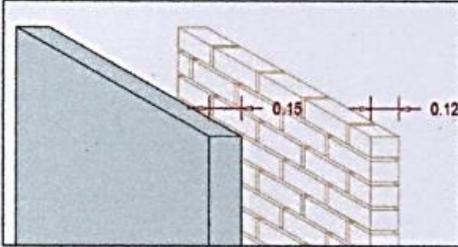
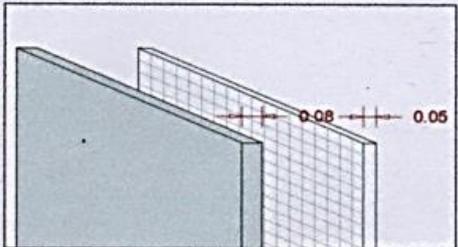
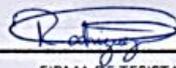
➤ Anexo N° 3: Ficha de evaluación de tiempo de construcción en muro teacon.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE													
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS													
TESIS:	ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES												
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN EN MUROS TEACON													
Tesista: <b>Rodríguez García Víctor Alexander</b>													
Asesora: <b>Alva Sarmiento Anita</b>													
<p>R Proceso de construcción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Acarreo de material.</li> <li>2) Habilitación de acero.</li> <li>3) Separación de del acero estabilizador</li> <li>4) Delimitación de corte de planchas de tecnopor.</li> <li>5) Unión de tecnopor y malla de acero.</li> <li>6) Incrustación de planchas en aceros estabilizadores.</li> <li>7) Colocación de malla de unión.</li> <li>8) Colocación de refuerzos.</li> <li>9) Recubrimiento con grout.</li> <li>10) Tarrajeo de muro Teacon.</li> </ol>													
													
<p>□ MURO N° 3:</p>	<p>Área construida:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">m<sup>2</sup>/día</th> <th style="text-align: center;">Pln/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td style="text-align: center;">6.40</td> <td style="text-align: center;">2.20</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u></p> <p>Hora Inicial = 02:42:00 pm            Hora Final = 03:58:00 pm            Tiempo Total = 01:16:00 Hrs. = 76.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Pln/día	Rend. Prom. CAPECO:	-	-	Rend. Prom. cajamarca:	-	-	Rend. Tesis. del operario:	6.40	2.20
	m <sup>2</sup> /día	Pln/día											
Rend. Prom. CAPECO:	-	-											
Rend. Prom. cajamarca:	-	-											
Rend. Tesis. del operario:	6.40	2.20											
<p>I M A G E N</p> 													
<p>□ MURO N° 4:</p>	<p>Área construida:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">m<sup>2</sup>/día</th> <th style="text-align: center;">Pln/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td style="text-align: center;">6.00</td> <td style="text-align: center;">2.00</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u></p> <p>Hora Inicial = 04:10:00 pm            Hora Final = 05:30:00 pm            Tiempo Total = 01:20:00 Hrs. = 80.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Pln/día	Rend. Prom. CAPECO:	-	-	Rend. Prom. cajamarca:	-	-	Rend. Tesis. del operario:	6.00	2.00
	m <sup>2</sup> /día	Pln/día											
Rend. Prom. CAPECO:	-	-											
Rend. Prom. cajamarca:	-	-											
Rend. Tesis. del operario:	6.00	2.00											
<p>I M A G E N</p> 													
<p>□ MURO N° 6:</p>	<p>Área construida:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">m<sup>2</sup>/día</th> <th style="text-align: center;">Pln/día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rend. Prom. CAPECO:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Prom. cajamarca:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Rend. Tesis. del operario:</td> <td style="text-align: center;">10.20</td> <td style="text-align: center;">3.50</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>TIEMPOS REALES:</u></p> <p>Hora Inicial = 08:13:00 am            Hora Final = 12:08:00 pm            Tiempo Total = 03:55:00 Hrs. = 235.00 Min.</p>		m <sup>2</sup> /día	Pln/día	Rend. Prom. CAPECO:	-	-	Rend. Prom. cajamarca:	-	-	Rend. Tesis. del operario:	10.20	3.50
	m <sup>2</sup> /día	Pln/día											
Rend. Prom. CAPECO:	-	-											
Rend. Prom. cajamarca:	-	-											
Rend. Tesis. del operario:	10.20	3.50											
<p>I M A G E N</p> 													
 <b>Anita Elizabeth Alva Sarmiento</b> <small>Ingeniero C.A.            Reg. CIP N° 99289</small>	 <b>Rodríguez García Víctor Alexander</b>												
FIRMA DE ASESORA	FIRMA DE TESIS TA												

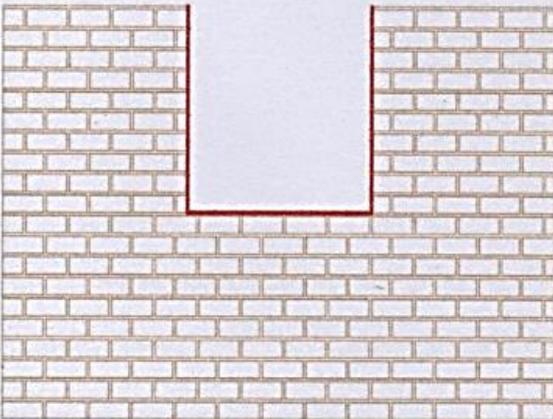
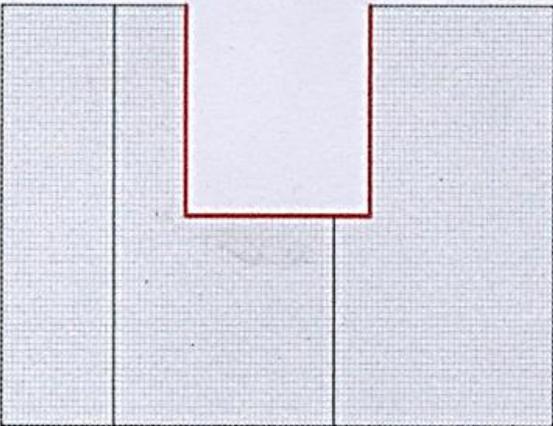
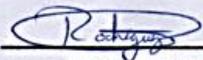
➤ Anexo N° 4: Ficha de evaluación de tiempo de tarrajeo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE											
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS											
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b> ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES										
TIEMPO DE TARRAJEO											
Tesista:	Rodríguez García Víctor Alexander										
Asesora:	Alva Sarmiento Anita										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muro de albañilería</th> <th>Muro teacon</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  </td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>                     → Muro N° 1:                      Hora Inicio: 08:00:00 am                      Hora Final: 08:56:00 am                      Tiempo Total: 00:56:00 Hrs. = 56.00 Min.                 </td> <td>                     → Muro N° 3:                      Hora Inicio: 10:00:00 am                      Hora Final: 10:53:00 am                      Tiempo Tot 00:53:00 Hrs. = 53.00 Min.                 </td> </tr> <tr> <td>                     → Muro N° 2:                      Hora Inicio: 09:00:00 am                      Hora Final: 09:54:00 am                      Tiempo Total: 00:54:00 Hrs. = 54.00 Min.                 </td> <td>                     → Muro N° 4:                      Hora Inicio: 11:00:00 am                      Hora Final: 11:51:00 am                      Tiempo Tot 00:51:00 Hrs. = 51.00 Min.                 </td> </tr> <tr> <td>                     → Muro N° 5:                      Hora Inicio: 09:00:00 am                      Hora Final: 12:45:00 pm                      Tiempo Total: 03:45:00 Hrs. = 225.00 Min.                 </td> <td>                     → Muro N° 6:                      Hora Inicio: 02:10:00                      Hora Final: 05:25:00                      Tiempo Tot 03:15:00 Hrs. = 195.00 Min.                 </td> </tr> </tbody> </table>		Muro de albañilería	Muro teacon			→ Muro N° 1: Hora Inicio: 08:00:00 am Hora Final: 08:56:00 am Tiempo Total: 00:56:00 Hrs. = 56.00 Min.	→ Muro N° 3: Hora Inicio: 10:00:00 am Hora Final: 10:53:00 am Tiempo Tot 00:53:00 Hrs. = 53.00 Min.	→ Muro N° 2: Hora Inicio: 09:00:00 am Hora Final: 09:54:00 am Tiempo Total: 00:54:00 Hrs. = 54.00 Min.	→ Muro N° 4: Hora Inicio: 11:00:00 am Hora Final: 11:51:00 am Tiempo Tot 00:51:00 Hrs. = 51.00 Min.	→ Muro N° 5: Hora Inicio: 09:00:00 am Hora Final: 12:45:00 pm Tiempo Total: 03:45:00 Hrs. = 225.00 Min.	→ Muro N° 6: Hora Inicio: 02:10:00 Hora Final: 05:25:00 Tiempo Tot 03:15:00 Hrs. = 195.00 Min.
Muro de albañilería	Muro teacon										
											
→ Muro N° 1: Hora Inicio: 08:00:00 am Hora Final: 08:56:00 am Tiempo Total: 00:56:00 Hrs. = 56.00 Min.	→ Muro N° 3: Hora Inicio: 10:00:00 am Hora Final: 10:53:00 am Tiempo Tot 00:53:00 Hrs. = 53.00 Min.										
→ Muro N° 2: Hora Inicio: 09:00:00 am Hora Final: 09:54:00 am Tiempo Total: 00:54:00 Hrs. = 54.00 Min.	→ Muro N° 4: Hora Inicio: 11:00:00 am Hora Final: 11:51:00 am Tiempo Tot 00:51:00 Hrs. = 51.00 Min.										
→ Muro N° 5: Hora Inicio: 09:00:00 am Hora Final: 12:45:00 pm Tiempo Total: 03:45:00 Hrs. = 225.00 Min.	→ Muro N° 6: Hora Inicio: 02:10:00 Hora Final: 05:25:00 Tiempo Tot 03:15:00 Hrs. = 195.00 Min.										
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>Anita Elizabeth Alva Sarmiento</b>  <small>Ingeniero Civil Reg. CIP N° 95286</small> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Rodríguez García Víctor Alexander</b> </div> </div>											
FIRMA DE ASESORA <span style="margin-left: 200px;">FIRMA DE TESISTA</span>											

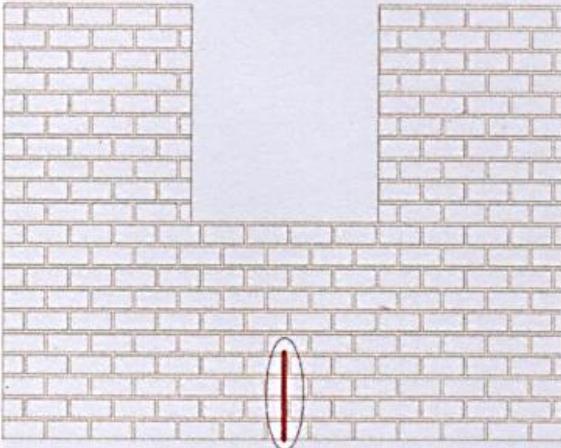
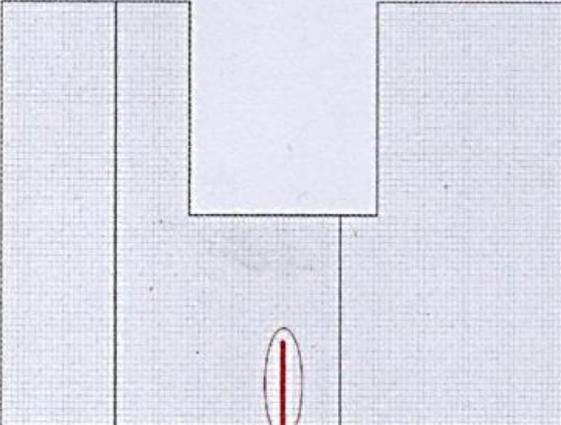
➤ Anexo N° 5: Ficha de evaluación de espesor de la estructura.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																																																																																																																																																																																																									
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS																																																																																																																																																																																																																									
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES																																																																																																																																																																																																																								
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ESPESOR DE ESTRUCTURA																																																																																																																																																																																																																								
Tesis: Rodríguez García Víctor Alexander																																																																																																																																																																																																																									
Asesora: Alva Sarmiento Anita																																																																																																																																																																																																																									
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Muro de albañilería</p>  <p>→ Muro N° 1:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.90 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> </table> <p>→ Muro N° 2:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.90 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.20 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> </table> <p>→ Muro N° 5:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.90 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.90 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.20 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 7 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 8 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 9 =</td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>14.80 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.15 m</td><td>≈</td><td>15.00 cm</td></tr> </table>	Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Medida N° 2 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 3 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Medida N° 4 =	0.15 m	≈	14.80 cm	Medida N° 5 =	0.15 m	≈	14.90 cm	Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Espesor promedio de muro:					0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 2 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 3 =	0.15 m	≈	14.90 cm	Medida N° 4 =	0.15 m	≈	14.80 cm	Medida N° 5 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.20 cm	Espesor promedio de muro:					0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 2 =	0.15 m	≈	14.90 cm	Medida N° 3 =	0.15 m	≈	14.90 cm	Medida N° 4 =	0.15 m	≈	15.20 cm	Medida N° 5 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 7 =	0.15 m	≈	15.00 cm	Medida N° 8 =	0.15 m	≈	15.10 cm	Medida N° 9 =	0.15 m	≈	14.80 cm	Espesor promedio de muro:					0.15 m	≈	15.00 cm	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Muro Teacon</p>  <p>→ Muro N° 3:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.20 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.03 cm</td></tr> </table> <p>→ Muro N° 4:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.20 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.90 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.02 cm</td></tr> </table> <p>→ Muro N° 6:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Medida N° 1 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 2 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 3 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.10 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 4 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 5 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 6 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.80 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 7 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.20 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 8 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> <tr><td>Medida N° 9 =</td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>7.90 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">Espesor promedio de muro:</td></tr> <tr><td></td><td>0.08 m</td><td>≈</td><td>8.00 cm</td></tr> </table>	Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.00 cm	Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 4 =	0.08 m	≈	8.20 cm	Medida N° 5 =	0.08 m	≈	7.80 cm	Medida N° 6 =	0.08 m	≈	8.00 cm	Espesor promedio de muro:					0.08 m	≈	8.03 cm	Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.20 cm	Medida N° 4 =	0.08 m	≈	7.80 cm	Medida N° 5 =	0.08 m	≈	8.00 cm	Medida N° 6 =	0.08 m	≈	7.90 cm	Espesor promedio de muro:					0.08 m	≈	8.02 cm	Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.10 cm	Medida N° 4 =	0.08 m	≈	8.00 cm	Medida N° 5 =	0.08 m	≈	7.80 cm	Medida N° 6 =	0.08 m	≈	7.80 cm	Medida N° 7 =	0.08 m	≈	8.20 cm	Medida N° 8 =	0.08 m	≈	8.00 cm	Medida N° 9 =	0.08 m	≈	7.90 cm	Espesor promedio de muro:					0.08 m	≈	8.00 cm
Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.15 m	≈	14.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.15 m	≈	14.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.15 m	≈	14.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.15 m	≈	14.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.20 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 1 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.15 m	≈	14.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.15 m	≈	14.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.15 m	≈	15.20 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 7 =	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 8 =	0.15 m	≈	15.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 9 =	0.15 m	≈	14.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.15 m	≈	15.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.08 m	≈	8.20 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.08 m	≈	7.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.08 m	≈	8.03 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.20 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.08 m	≈	7.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.08 m	≈	7.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.08 m	≈	8.02 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 1 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 2 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 3 =	0.08 m	≈	8.10 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 4 =	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 5 =	0.08 m	≈	7.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 6 =	0.08 m	≈	7.80 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 7 =	0.08 m	≈	8.20 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 8 =	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
Medida N° 9 =	0.08 m	≈	7.90 cm																																																																																																																																																																																																																						
Espesor promedio de muro:																																																																																																																																																																																																																									
	0.08 m	≈	8.00 cm																																																																																																																																																																																																																						
 ANITA ELVABET ALVA SARMIENTO Ingeniera Civil Reg. CIP N° 69286	 RODRÍGUEZ GARCÍA VÍCTOR ALEXANDER																																																																																																																																																																																																																								
FIRMA DE ASESORA	FIRMA DE TESISISTA																																																																																																																																																																																																																								

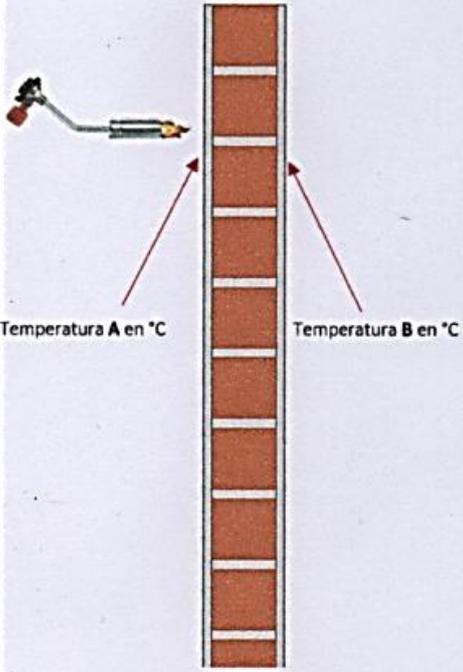
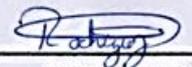
➤ Anexo N° 6: Ficha de evaluación de complejidad en vanos.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES
COMPLEJIDAD EN VANOS	
Tesista:	Rodríguez García Víctor Alexander
Asesora:	Alva Sarmiento Anita
<p>⏪ Realización de vano en muro de albañilería.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se delimita el perímetro del vano.</li> <li>2) Para una medida exacta el ladrillo debe ser cortado.</li> <li>3) El corte se realiza con la herramienta plancha de batir.</li> <li>4) Finalmente es colocado el ladrillo en su posición.</li> </ol> <p><b>Vano:</b></p> <p>Descripción = Ventana.            Área = 1.00 m<sup>2</sup>            Altura = 1.00 m            Ancho = 1.00 m</p> <p><b>Tiempo:</b></p> <p>Tiempo en corte = 00:00:25 Hrs. C/ Ladrillo            Tiempo en rectificación = 00:00:15 Hrs. C/ Ladrillo            Tiempo Total = 00:00:40 Hrs. C/ Ladrillo            Tiempo Total = 00:13:20 Hrs. Vano</p> </div> </div>	
<p>⏪ Realización de vano en muro teacon.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se delimita el perímetro del vano.</li> <li>2) Se corta la plancha de tecnopor con ayuda de una sierra.</li> </ol> <p><b>Vano:</b></p> <p>Descripción = Ventana.            Área = 1.00 m<sup>2</sup>            Altura = 1.00 m            Ancho = 1.00 m</p> <p><b>Tiempo:</b></p> <p>Tiempo en corte Tec. = 00:01:00 Hrs. C/ Metro            Tiempo en corte Mall. = 00:01:00 Hrs. C/ Metro            Tiempo Total = 00:02:00 Hrs. C/ Metro            Tiempo Total = 00:03:00 Hrs. Vano</p> </div> </div>	
 ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO <small>INGENIERA C.A. REG. CIP Nº 00200</small>	 FIRMA DE TESISTA
FIRMA DE ASESORA	

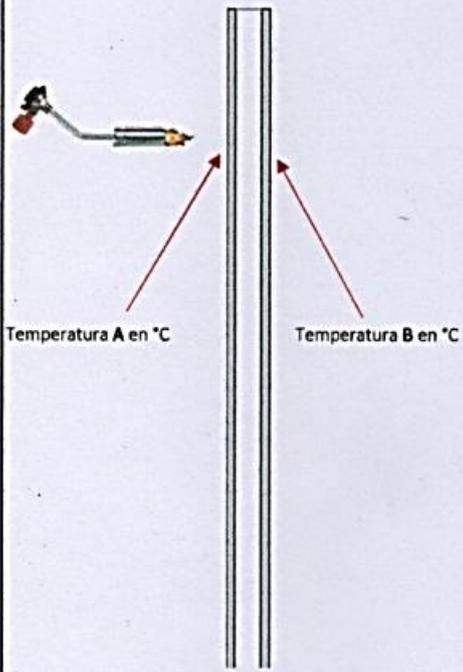
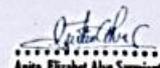
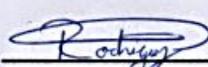
➤ Anexo N° 7: Ficha de evaluación de complejidad en instalación de tuberías.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES
COMPLEJIDAD EN INSTALACIÓN DE TUBERÍA	
Tesista: Rodríguez García Víctor Alexander	
Asesora: Alva Sarmiento Anita	
<p>⇧ Instalación de tubería en muro de albañilería.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se delimita la longitud donde irá la tubería.</li> <li>2) Se pica esa longitud con ayuda de un cincel y comba</li> <li>3) Se coloca la tubería PVC.</li> <li>4) Finalmente se fija mediante mortero.</li> </ol> <p><b>Tubería:</b></p> <p>Material = PVC.            Diámetro = 1 1/2"            Longitud = 0.40 m</p> <p><b>Tiempo:</b></p> <p>Picado = 00:00:30 Cada 10.00 cm de muro            Colocación = 00:00:15 Cada 50.00 cm de tubería            Se fija = 00:00:45 Con mortero (50.00 cm)            Total = 00:01:30 Hrs.</p> </div> </div>	
<p>⇧ Instalación de tubería en muro teacon.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se delimita la longitud donde irá la tubería.</li> <li>2) Perfora la superficie del tecnopor con el soplete.</li> <li>3) Se coloca la tubería PVC.</li> <li>4) Finalmente se fija mediante un trozo de malla.</li> </ol> <p><b>Tubería:</b></p> <p>Material = PVC.            Diámetro = 1 1/2"            Longitud = 0.40 m</p> <p><b>Tiempo:</b></p> <p>Perforación = 00:00:10 Cada 100.00 cm de muro            Colocación = 00:00:15 Cada 50.00 cm de tubería            Se fija = 00:00:15 Con malla (50.00 cm)            Total = 00:00:45 Hrs.</p> </div> </div>	
 <small>Anita Elizabeth Alva Sarmiento Ingeniero Civil Reg. CIP N° 91228</small> <hr style="width: 100%;"/> FIRMA DE ASESORA	 <hr style="width: 100%;"/> FIRMA DE TESISTA

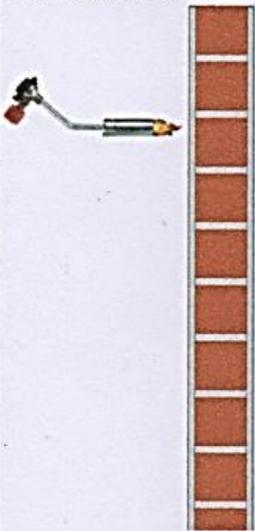
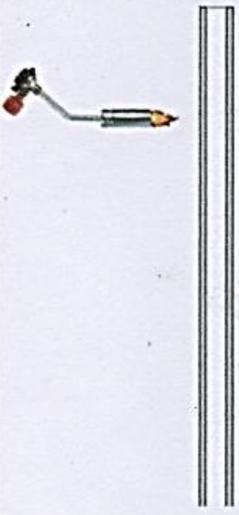
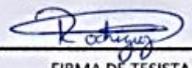
➤ Anexo N° 8: Ficha de evaluación de transmisión de temperatura – A.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																																																																		
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS																																																																																		
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b> ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES																																																																																	
TRANSMISIÓN DE TEMPERATURA - A																																																																																		
Tesisista: Rodríguez García Víctor Alexander																																																																																		
Asesora: Alva Sarmiento Anita																																																																																		
<p>🏠 Transmisión de temperatura en muro de albañilería.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Temperatura A en °C</p> <p>Temperatura B en °C</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 1: (18.00 °C)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">20.30</td><td style="text-align: center;">18.00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">26.70</td><td style="text-align: center;">18.00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">39.60</td><td style="text-align: center;">20.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">58.80</td><td style="text-align: center;">23.90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">85.30</td><td style="text-align: center;">31.90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">117.90</td><td style="text-align: center;">44.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">164.10</td><td style="text-align: center;">61.80</td></tr> </tbody> </table>   <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 2: (17.80)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">21.50</td><td style="text-align: center;">17.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">24.10</td><td style="text-align: center;">17.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">42.20</td><td style="text-align: center;">20.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">57.50</td><td style="text-align: center;">26.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">88.70</td><td style="text-align: center;">37.40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">116.10</td><td style="text-align: center;">44.50</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">167.90</td><td style="text-align: center;">63.10</td></tr> </tbody> </table>   <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 5: (17.90)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">20.90</td><td style="text-align: center;">17.90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">26.50</td><td style="text-align: center;">17.90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">40.70</td><td style="text-align: center;">21.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">61.10</td><td style="text-align: center;">28.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">85.30</td><td style="text-align: center;">38.70</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">118.90</td><td style="text-align: center;">45.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">164.90</td><td style="text-align: center;">62.40</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>		Muro N° 1: (18.00 °C)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	20.30	18.00	30	26.70	18.00	60	39.60	20.60	90	58.80	23.90	120	85.30	31.90	150	117.90	44.30	200	164.10	61.80	Muro N° 2: (17.80)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	21.50	17.80	30	24.10	17.80	60	42.20	20.60	90	57.50	26.80	120	88.70	37.40	150	116.10	44.50	200	167.90	63.10	Muro N° 5: (17.90)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	20.90	17.90	30	26.50	17.90	60	40.70	21.80	90	61.10	28.30	120	85.30	38.70	150	118.90	45.80	200	164.90	62.40
Muro N° 1: (18.00 °C)																																																																																		
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																																																																																
10	20.30	18.00																																																																																
30	26.70	18.00																																																																																
60	39.60	20.60																																																																																
90	58.80	23.90																																																																																
120	85.30	31.90																																																																																
150	117.90	44.30																																																																																
200	164.10	61.80																																																																																
Muro N° 2: (17.80)																																																																																		
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																																																																																
10	21.50	17.80																																																																																
30	24.10	17.80																																																																																
60	42.20	20.60																																																																																
90	57.50	26.80																																																																																
120	88.70	37.40																																																																																
150	116.10	44.50																																																																																
200	167.90	63.10																																																																																
Muro N° 5: (17.90)																																																																																		
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																																																																																
10	20.90	17.90																																																																																
30	26.50	17.90																																																																																
60	40.70	21.80																																																																																
90	61.10	28.30																																																																																
120	85.30	38.70																																																																																
150	118.90	45.80																																																																																
200	164.90	62.40																																																																																
 ANITA ELIZABETH ALVA SARMIENTO <small>Ingeniera Civil</small> Reg. CIP N° 65286	 FIRMA DE TESISTA																																																																																	
FIRMA DE ASESORA																																																																																		

➤ Anexo N° 9: Ficha de evaluación de transmisión de temperatura – T.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																												
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS																												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b> ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES <b>TRANSMISIÓN DE TEMPERATURA - T</b>																											
Tesista: Rodríguez García Víctor Alexander																												
Asesora: Alva Sarmiento Anita																												
<p>☐ Transmisión de temperatura en muro de tecnopor.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 3: (17.60)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">22.40</td><td style="text-align: center;">17.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">28.00</td><td style="text-align: center;">17.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">42.80</td><td style="text-align: center;">18.00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">58.30</td><td style="text-align: center;">19.10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">88.80</td><td style="text-align: center;">20.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">115.90</td><td style="text-align: center;">21.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">168.00</td><td style="text-align: center;">22.10</td></tr> </tbody> </table>		Muro N° 3: (17.60)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	22.40	17.60	30	28.00	17.60	60	42.80	18.00	90	58.30	19.10	120	88.80	20.30	150	115.90	21.30	200	168.00	22.10
Muro N° 3: (17.60)																												
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																										
10	22.40	17.60																										
30	28.00	17.60																										
60	42.80	18.00																										
90	58.30	19.10																										
120	88.80	20.30																										
150	115.90	21.30																										
200	168.00	22.10																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 4: (17.80)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">21.80</td><td style="text-align: center;">17.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">27.20</td><td style="text-align: center;">17.80</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">41.60</td><td style="text-align: center;">18.20</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">61.30</td><td style="text-align: center;">19.40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">91.90</td><td style="text-align: center;">20.40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">119.40</td><td style="text-align: center;">21.20</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">170.50</td><td style="text-align: center;">22.30</td></tr> </tbody> </table>		Muro N° 4: (17.80)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	21.80	17.80	30	27.20	17.80	60	41.60	18.20	90	61.30	19.40	120	91.90	20.40	150	119.40	21.20	200	170.50	22.30
Muro N° 4: (17.80)																												
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																										
10	21.80	17.80																										
30	27.20	17.80																										
60	41.60	18.20																										
90	61.30	19.40																										
120	91.90	20.40																										
150	119.40	21.20																										
200	170.50	22.30																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Muro N° 6: (17.60)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tiempo de fuego (Segundos)</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en A °C</th> <th style="text-align: center;">Temperatura en B °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">22.00</td><td style="text-align: center;">17.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">26.00</td><td style="text-align: center;">17.60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">41.90</td><td style="text-align: center;">18.30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">57.90</td><td style="text-align: center;">19.10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">120</td><td style="text-align: center;">92.00</td><td style="text-align: center;">21.50</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">150</td><td style="text-align: center;">115.90</td><td style="text-align: center;">21.90</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">200</td><td style="text-align: center;">169.20</td><td style="text-align: center;">22.30</td></tr> </tbody> </table>		Muro N° 6: (17.60)			Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C	10	22.00	17.60	30	26.00	17.60	60	41.90	18.30	90	57.90	19.10	120	92.00	21.50	150	115.90	21.90	200	169.20	22.30
Muro N° 6: (17.60)																												
Tiempo de fuego (Segundos)	Temperatura en A °C	Temperatura en B °C																										
10	22.00	17.60																										
30	26.00	17.60																										
60	41.90	18.30																										
90	57.90	19.10																										
120	92.00	21.50																										
150	115.90	21.90																										
200	169.20	22.30																										
 ANITA ELIZABETH ALVA SARMIENTO <small>INGENIERO C.A.</small> <small>Reg. CIP N° 09280</small>	 VÍCTOR ALEXANDER RODRÍGUEZ GARCÍA																											
FIRMA DE ASESORA	FIRMA DE TESISISTA																											

➤ Anexo N° 10: Ficha de evaluación de resistencia al fuego.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FICHA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE MUROS		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE MUROS NO PORTANTES A BASE DE TECNOPOR, MALLAS DE ACERO Y CONCRETO; EN COMPARACIÓN CON MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA NO PORTANTES	
RESISTENCIA AL FUEGO		
Tesis: Rodríguez García Víctor Alexander		
Asesora: Alva Sarmiento Anita		
<p>☐ Resistencia del muro de albañilería.</p> 	<p>☐ Estado N° 1 :</p> <p>Temperatura = 300 °C Tiempo = 10 min. Tiempo = 00:10:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 2 :</p> <p>Temperatura = 400 °C Tiempo = 30 min. Tiempo = 00:30:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 3 :</p> <p>Temperatura = 480 °C Tiempo = 60 min. Tiempo = 01:00:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 4 :</p> <p>Temperatura = 450 → + °C Tiempo = 95 min. Tiempo = 01:35:00 hrs.</p>	<p>Observación:</p> <p>El concreto empieza a adoptar un color rojizo, resistencia del mortero al 100.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>El concreto se encuentra de color rojo intenso, resistencia del mortero al 80.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>El concreto se encuentra de color rojo intenso y a los alrededores negro carbón, mortero se desprende, resistencia del mortero al 00.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>Al encontrarse sin mortero el ladrillo adopta un color rojo intenso y empieza a desmoronarse.</p>
<p>☐ Resistencia del muro de albañilería.</p> 	<p>☐ Estado N° 1 :</p> <p>Temperatura = 300 °C Tiempo = 10 min. Tiempo = 00:10:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 2 :</p> <p>Temperatura = 400 °C Tiempo = 30 min. Tiempo = 00:30:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 3 :</p> <p>Temperatura = 480 °C Tiempo = 60 min. Tiempo = 01:00:00 hrs.</p> <p>☐ Estado N° 4 :</p> <p>Temperatura = 500 → + °C Tiempo = 62 min. Tiempo = 01:02:00 hrs.</p>	<p>Observación:</p> <p>El concreto empieza a adoptar un color rojizo, resistencia del mortero al 100.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>El concreto se encuentra de color rojo intenso, resistencia del mortero al 80.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>El concreto se encuentra de color rojo intenso y a los alrededores negro carbón, mortero se desprende, resistencia del mortero al 00.00 %.</p> <p>Observación:</p> <p>Al encontrarse sin mortero el tecnopor es absorbido inmediatamente por el fuego.</p>
 Anita Elizabeth Alva Sarmiento Ingeniero C.A. Reg. CIP N° 09200		 FIRMADO POR Víctor Alexander Rodríguez García
FIRMA DE ASESORA		FIRMA DE TESIS

- Anexo N° 11: Guía de construcción de muros teacon.

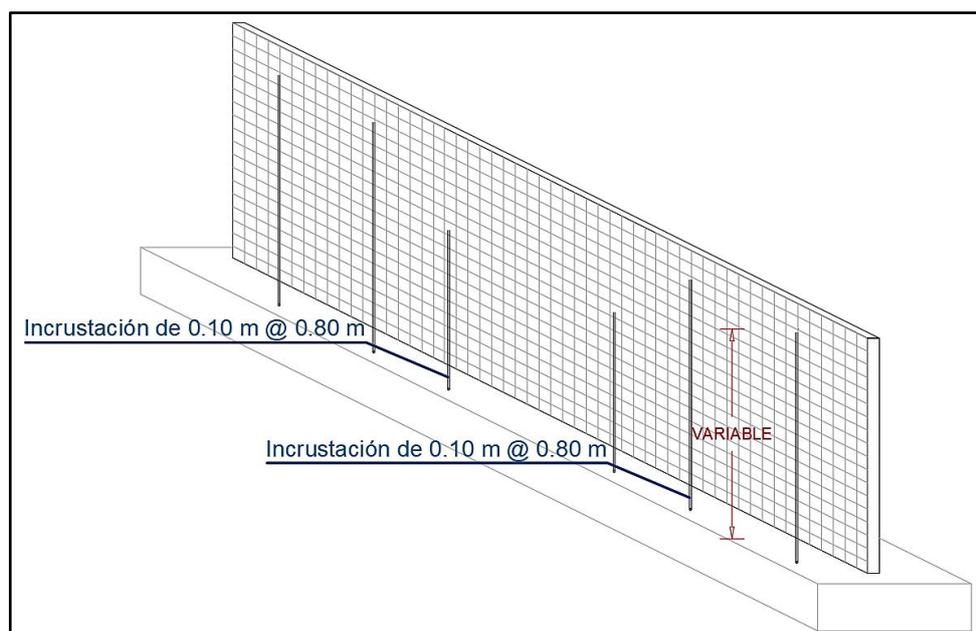
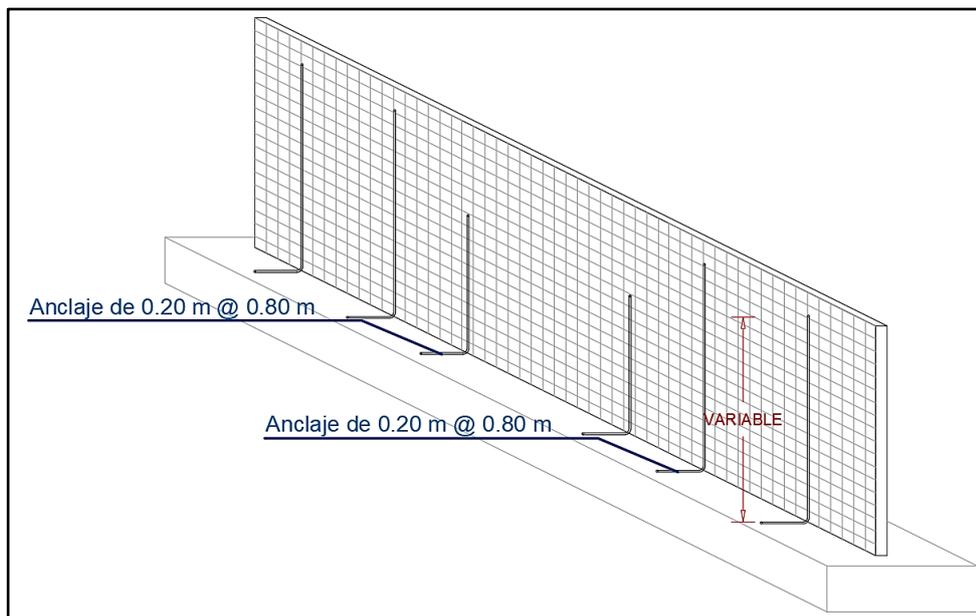
## PROCESO CONSTRUCTIVO DE MURO TEACON

El proceso constructivo de la tecnología o de muros teacon considera hasta trece partes o pasos a seguir; las herramientas y materiales tiene que ser criticados y de calidad para una buena construcción; también se recomienda la supervisión de especialistas en el proceso.

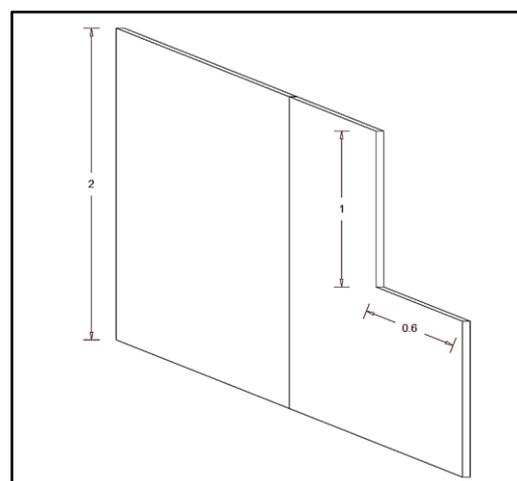
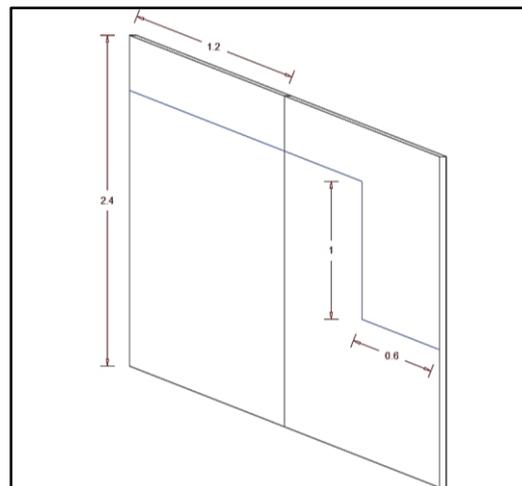
1. **Acarreo del material:** Se traslada el material suficiente hacia el lugar de trabajo con carretillas en el caso del agregado, bolsas de cemento, las mallas de acero y alambre de amarre. En el caso de acero corrugado o planchas de tecnopor son trasladadas en forma manual.
  
2. **Habilitación de acero.** La estabilización de estos muros se puede realizar de dos formas, una es con aceros longitudinales incrustados en el falso piso o losa y la segunda es con anclajes con aceros en forma de “L”. El acero corrugado que se utilizara para la estabilización de este muro es de 3/8”. La longitud que anclara en el suelo es de 20.00 cm o el espesor de la losa. En caso de incrustar acero longitudinal en la superficie del falso piso o losa la longitud mínima de incrustamiento será de 10.00 cm a presión. La altura que tendrá el acero estabilizador dependerá de la altura total del muro o altura de entre piso.

ACERO ESTABILIZADOR	
Altura del muro (m)	Altura del acero (m)
0.5 – 1.20	0.40 – 0.60
1.20 – 2.20	0.60 – 0.80
2.20 – +	0.80 – +

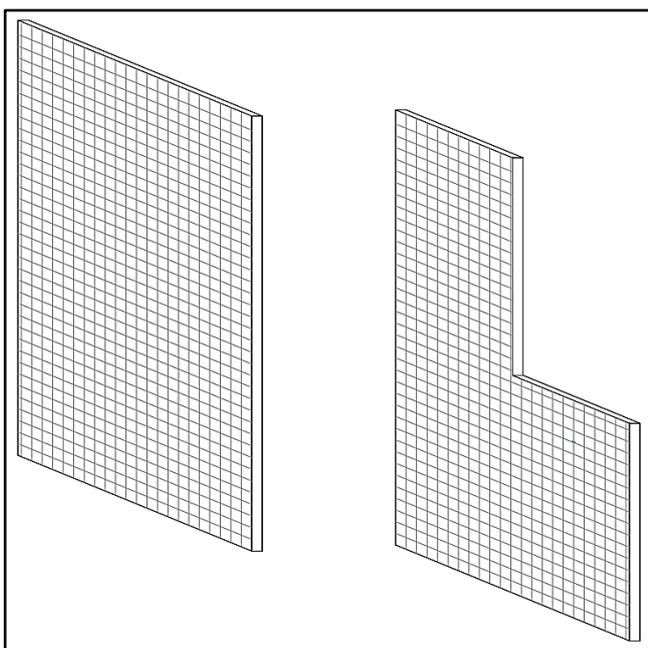
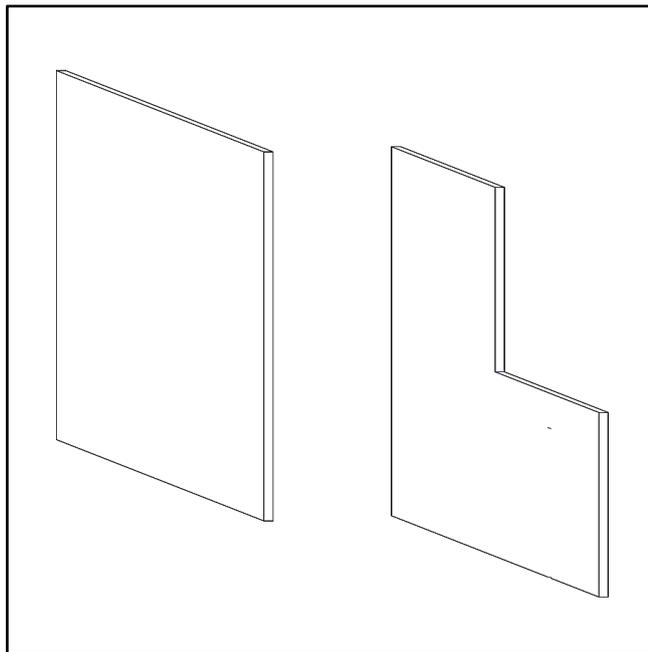
- 3. Separación de del acero estabilizador:** Como se muestra en la separación del acero estabilizador será de acuerdo a lo requerido en obra, teniendo en cuenta el ancho de 1.20 m de la plancha de tecnopor; esta separación no será menor a 0.80 m de distancia y teniendo en cuenta que por cada plancha de tecnopor tiene que tener por lo menos un acero estabilizador en cada extremo.



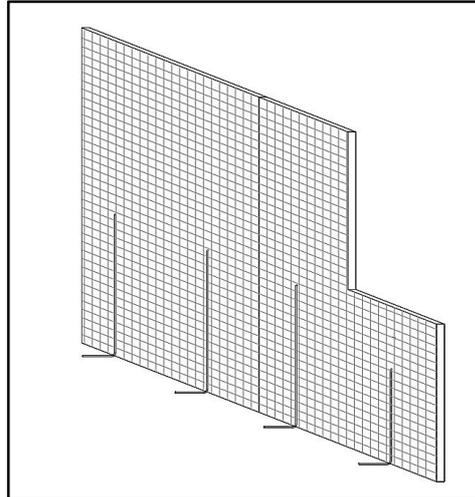
- 4. Delimitación y corte en planchas de tecnopor:** La plancha de tecnopor viene con una dimensión de fabricación de 2.40 m de largo por 1.20 m de ancho, con distintos espesores; ya que la comercialización del tecnopor es en planchas, a estas deberán realizarse cortes o rellenos según los requerimientos en obra para las áreas o superficies de los muros. En caso haya presencia de vanos el corte se puede realizar antes o después del levantamiento del muro o tecnopor. Esta delimitación se realiza con un marcador indeleble y guincha para marcar las líneas que se procederán a cortar; después de tener las líneas en la superficie de la plancha con ayuda de la herramienta arco cierra estas son cortadas. Para mayor seguridad se recomienda utilizar el lado más largo de la plancha como la altura longitudinal del muro o entre piso y el lado de 1.20 m de la plancha se utilice como base del muro.



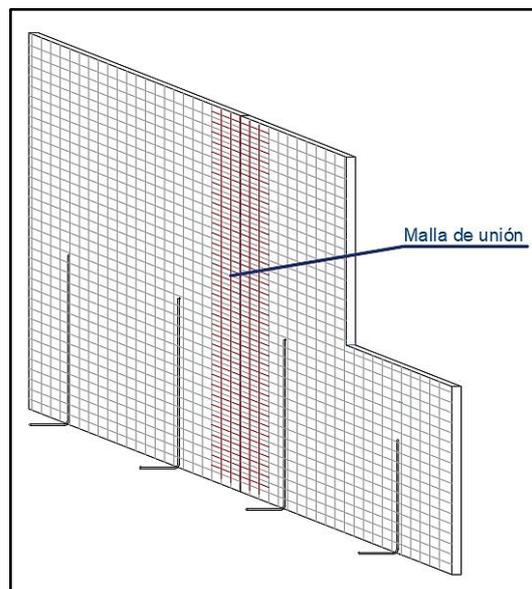
- 5. Unión de tecnopor y malla de acero:** La unión del tecnopor y mallas de acero se recomienda que se realice después de tener las planchas habilitadas con los cortes respectivos y antes de ser colocadas en su posición final y ser ancladas a los aceros. Las planchas de tecnopor tiene que ser cubiertas en su totalidad con las mallas, la unión se realizará con alambre de amarre a 30 cm de separación como máximo.



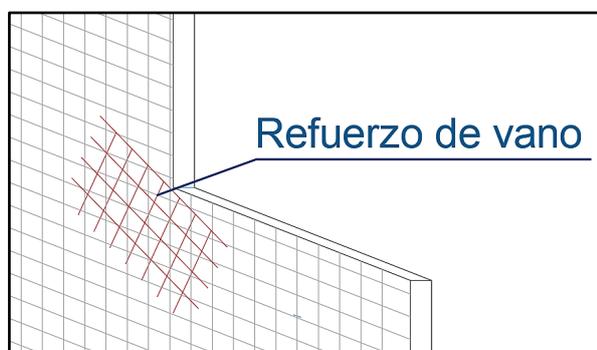
6. **Incrustación de planchas en aceros estabilizadores:** se prosigue con la colocación de estas placas a los aceros estabilizadores ya colocados con anterioridad.



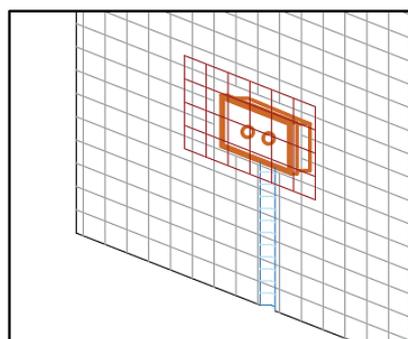
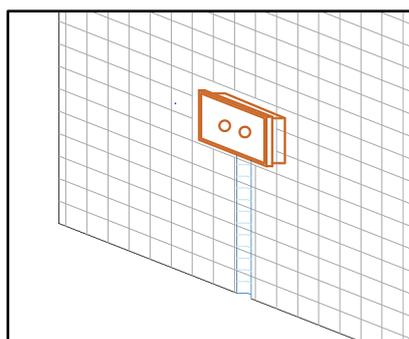
7. **Malla de unión:** Para que las placas queden compactas una con otra es necesario colocar mallas de unión, que son mallas de 40.00 cm de ancho como min a lo largo de toda la altura del muro. La malla de unión garantiza la continuidad de los paneles, logrando que todo el muro o trabajo en conjunto, esta también es unida con alambre de amarre a una distancia de 30.00 cm como máximo.



8. **Unión en esquina:** Son reforzadas con mallas dobladas en todo el largo de la altura y reforzadas con marcos de acero corrugado para mantener su forma.
9. **Refuerzo en derrames:** Los derrames de puertas y ventanas se lo refuerzan con pedazos de mallas en forma de “U” las cuales estarán en todo el perímetro del derrame, la unión de o igual manera se lo realizara con alambre de amarre a 30.00 cm como máximo.
10. **Refuerzo en vanos:** En las esquinas de los vanos se reforzará con malla de acero a 45° para prevenir aberturas o roturas de estas esquinas.

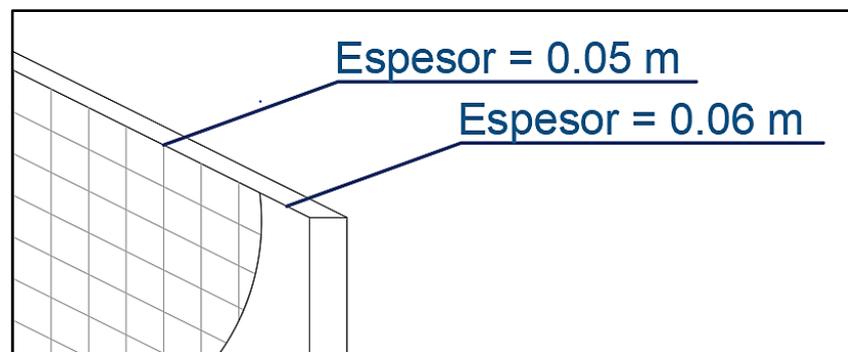


11. **Instalación de tuberías:** Para la instalación de tuberías se utiliza un soplete el cual se gradúa y se le realiza una abertura al tecnopor, esta abertura tipo zanja servirá para que la tubería quede por dentro de la superficie de tecnopor y no sobre salga a la hora de realizar el revestimiento con grout y finalmente el tarrajeo. En caso se realice algún corte a la malla para la colocación de cajas o tuberías esta deberá ser parchada con otro trozo de malla para no afectar la continuidad de esta.



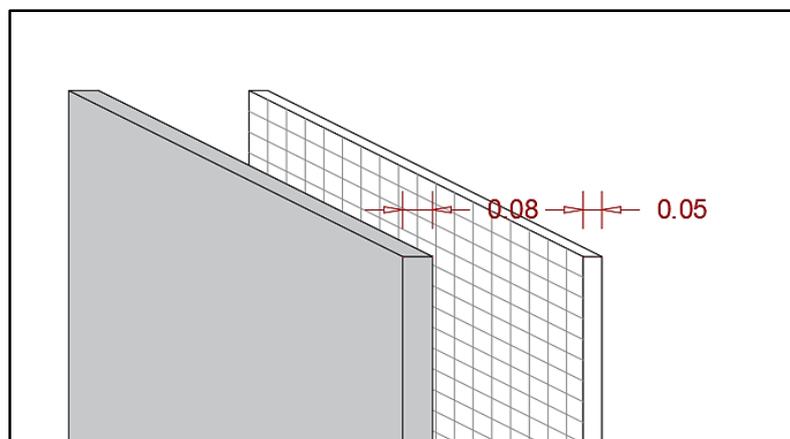
## 12. Recubrimiento con grout.

El recubrimiento con grout o concreto líquido es básicamente para que el tecnopor y la malla de acero queden en un solo compacto; también para que facilite el tarrajeo. Este recubrimiento se puede realizar por chicoteo manual o de forma mecanizada obteniendo así un muro de alrededor de 0.06 m de espesor. La dosificación de este mortero será de 1:3.



## 13. Tarrajeo del muro teacon.

El acabado o tarrajeo final del muro teacon tiene una dosificación de 1:4 para ser más consistente que el muro tradicional, al finalizar del tarrajeo en ambos lados el espesor total del muro teacon tiene un aproximado de 8.00 centímetro.



**Panel Fotográfico:**



Fotografía 1: Culminación de las bases de construcción.



Fotografía 2: Delimitación de construcción.



Fotografía 3: Hidratación de ladrillo de arcilla 1.



Fotografía 4: Hidratación de ladrillo de arcilla 2.



Fotografía 5: Mezclado de mortero.



Fotografía 6: Inicio de construcción de muro 1.



Fotografía 7: Proceso constructivo de muro 1.



Fotografía 8: Medición de muro 1.



Fotografía 9: Termino de construcción del muro número 1.



Fotografía 10: Medición de muro 2.



Fotografía 11: Termino de construcción del muro número 2.



Fotografía 12: Almacenamiento de material.



Fotografía 13: Habilidad de acero para muro número 3.



Fotografía 14: Habilidad de acero para muro número 3.



Fotografía 15: Corte de tecnopor de muro número 3.



Fotografía 16: Fijación de primera placa teacon.



Fotografía 17: Verificación de verticalidad de muro número 3.



Fotografía 18: Mezclado de grout.



Fotografía 19: Chicoteo manual de la colocación de grout.



Fotografía 20: Colocación de concreto liquido en muro 3.



Fotografía 21: Termino de construcción del muro número 3.



Fotografía 22: Termino de construcción del muro número 4.



Fotografía 23: Construcción de muro número 5.



Fotografía 24: Construcción de muro número 6.



Fotografía 25: Supervisión de muro número 5.



Fotografía 26: Supervisión de muro número 6.