

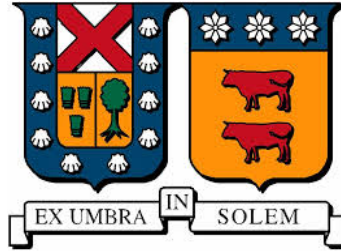
**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES**

**OPTIMIZACIÓN DE MOLDAJES PARA MUROS**  
**INSULATED CONCRETE FORMS (ICF)**

**JULIO FLORENTINO HENRÍQUEZ GALLARDO**

Ingeniero Civil

Octubre de 2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES**

# **OPTIMIZACIÓN DE MOLDAJES PARA MUROS INSULATED CONCRETE FORMS (ICF)**

Memoria de Título presentada por  
**JULIO FLORENTINO HENRÍQUEZ GALLARDO**

Como requisito parcial para optar al título de  
**Ingeniero Civil**

Profesor Guía  
Juan Valenzuela

Octubre de 2019

TITULO DE LA MEMORIA:

**OPTIMIZACIÓN DE MOLDAJES PARA MUROS INSULATED CONCRETE  
FORMS (ICF)**

AUTOR:

**JULIO FLORENTINO HENRIQUEZ GALLARDO**

TRABAJO DE MEMORIA, presentada en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al **título de Ingeniero Civil** de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Juan Valenzuela Gálvez .....

Ramiro Bazález Gallardo .....

Marcelo Bravo Fortune .....

Valparaíso, Chile, Octubre 2019

*Dedicado a mi familia*

# RESUMEN

En la actualidad, los métodos constructivos más utilizados tienden a la simplicidad, eficiencia y economía, características por las cuales se masifican rápidamente.

El presente estudio, pretende optimizar el método propuesto por el sistema constructivo de moldajes para muros de hormigón armado, Insulated Concrete Form (ICF), método innovador de moldaje que además de simplificar la faena de encofrado aporta valor agregado brindando ventajas adicionales como un mejor nivel de terminación, aislación térmica y acústica [1].

Si bien el método propuesto por ICF cumple con su objetivo de simplificar la faena y proporcionar ventajas térmicas y acústicas, la unidad de bloques para montar el moldaje no es eficiente. Esta baja eficiencia se debe a que el método actual del sistema constructivo utiliza piezas completas del ancho del muro terminado, las cuales debido a su gran volumen y bajo peso son complicadas de transportar y almacenar en terreno.

Por estos motivos, surge la necesidad de optimizar su presentación, por lo que el presente estudio pretende mejorar el volumen de las piezas, sin afectar la simplicidad, eficiencia, ni costo final del proceso.

Para esto, se cuantificaron las solicitaciones de los moldajes con el fin de modelar el fenómeno y realizar un análisis de sensibilidad.

Finalmente, los resultados obtenidos permitieron definir una geometría que mantuvo las características intrínsecas del método y además cumplió con reducir su volumen de transporte y almacenaje.

**Palabras Clave:** Moldaje, Optimizar, Insulated Concrete Form (ICF), simplicidad, Eficiencia, Economía.

# ABSTRACT

Currently, the most used construction methods tend to simplicity, efficiency and economy, characteristics by which they quickly become massive.

The present study aims to optimize the method proposed by the formwork construction system for reinforced concrete walls called Insulated Concrete Form (ICF), which is an innovative method of formwork that in addition to simplifying the work provides additional benefits such as a better level of termination, in addition to thermal and acoustic insulation [1].

Although the method proposed by ICF meets the objective, the block unit for assembling the formwork is not efficient. Since the current method uses complete pieces, the width of the finished wall, its large volume and low weight, are difficult to transport and store in the field.

For this reason, the solicitations of the moldings were quantified in order to model the phenomenon and perform a sensitivity analysis.

Finally, the results allowed to define a new geometry that maintains the intrinsic characteristics of the method will be sought and, in addition, it will reduce its volume of transport and storage.

**Keywords:** Formwork, Optimize, Insulated Concrete Form (ICF), simplicity, Efficiency, Economy.

# GLOSARIO

A: Asentamiento del hormigón [cm] o [mm]

$A_0$ : Área de la sección transversal no deformada [m<sup>2</sup>]

At: coeficiente de expansión térmica [1/°C]

$A_p$ : Área de apoyo [m<sup>2</sup>]

$b_i$ : Base de la sección en eje i [m]

C1: Coeficiente que depende del tamaño y forma del moldaje

C2: Coeficiente que depende de la composición del hormigón

$C_c$ : Coeficiente de corrección por aditivos empleados en la mezcla de hormigón

$C_{fl}$ : Factor de diseño para falla local

$C_m$ : Factor de reducción de resistencia para momento

$C_v$ : Factor de reducción de resistencia para corte

$C_w$ : Coeficiente de corrección por peso específico de la mezcla de hormigón

d: Dimensión mínima del elemento a hormigonar [mm]

db: Distanciamiento vertical de filas Conectores Transversales [cm]

db<sub>s</sub>: Distancia de la fila superior de conectores al borde superior [cm]

db<sub>c</sub>: Distancia de la fila central de conectores al borde superior/inferior [cm]

db<sub>i</sub>: Distancia de la fila inferior de conectores al borde inferior [cm]

$d_b$ : Distancia al centro de gravedad [m]

$d_{con}$ : Diámetro del conector [m]

$d_{conect}$ : Diámetro del seguro exterior [m<sup>2</sup>]

$def_{max}$ : Deformación máxima de Seguro Exterior en configuraciones estudiadas [mm]

E: Modulo de Elasticidad [kgf/cm<sup>2</sup>]

ep: Espesor del tabique [cm]

F: Fuerza Externa [kgf]

$F_{flu}$ : Fuerza de tracción de fluencia [kgf]

h: Profundidad a la que se introduce el vibrador [m]

hp: Altura del Tabique [m]

H: Altura de hormigonado [m]

H1: Altura vertical de llenado [m]

HP: Potencia del vibrador [HP]

Hv: Altura de vaciado del hormigón [m]

$I_i$ : Segundo momento de Área [m<sup>4</sup>]

$I_i$ : Momento de inercia de la sección transversal en eje i [m<sup>4</sup>]

K: Coeficiente que depende de la temperatura

L: Largo del elemento [m]

$l_{fin}$ : Largo del elemento finito [m]

Lp: Distanciamiento horizontal de Conectores Transversales [m]

Lt: Largo total del Tabique [m]

$m_i$ : Momento estático en eje i [m<sup>2</sup>]

$M_i$ : Momento máximo en torno al eje i [kg m/m]

$M_{i\ model}$ : Momento máximo en torno al eje i del modelo [kg m/m]

M11: Resistencia máxima a flexión del tabique en el sentido 11 [kgf-m/m]

M22: Resistencia máxima a flexión del tabique en el sentido 22 [kgf-m/m]

Nºf: Número de filas de conectores

Pm: Presión máxima en la pared del moldaje [kN/m<sup>2</sup>] o [kPa]

q: Carga [kgf/m]

R: Velocidad máxima de llenado de hormigón [m/h]

R<sub>f</sub>: Resistencia de fluencia de los conectores transversales [kgf]

R max : Máxima Reacción perpendicular al tabique del conector [kgf]

sp: Ancho de muro a encofrar [m]

T: Temperatura del hormigón [°C]

U: Modulo de Poisson

V: Velocidad de vaciado del hormigón [m/h]

V<sub>i</sub>: Fuerza de corte eje i [kgf]

V<sub>i</sub>: Fuerza resistente de corte eje i [kgf]

V<sub>i\ modelo</sub>: Fuerza de corte eje i del modelo [kgf]

V13 max Corte máximo del tabique en sentido 13 [kgf]

V23 max: Corte máximo del tabique en sentido 23 [kgf]

w: peso específico del hormigón [KN/m<sup>3</sup>]

$\gamma$ : Peso específico del hormigón [kN/m<sup>3</sup>]

$\epsilon$ : Deformación

$\sigma$ : Tensión [kgf/m<sup>2</sup>]

$\sigma_c$ : Resistencia a compresión [kgf/m<sup>2</sup>]

$\sigma_{comp}$ : Resistencia a compresión [kgf/m<sup>2</sup>]

$\sigma_f$ : Resistencia a la flexión [kg/m<sup>3</sup>]

$\sigma_{Flu}$ : Tensión de Fluencia [kgf/ m<sup>2</sup>]

$\tau$ : Resistencia al corte [kgf/m<sup>2</sup>]

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 GENERAL .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	3
1.3 ALCANCES Y CONTENIDOS .....	4
<b>CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES</b> .....	<b>5</b>
2.1 GENERAL .....	5
2.2 TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES ICF .....	9
2.2.1 <i>Muro Screen-Grid (Emparillado)</i> .....	9
2.2.2 <i>Muro Waffle-Grid</i> .....	9
2.2.3 <i>Muro Flat (Plano)</i> .....	10
2.3 BLOQUE ICF A ESTUDIAR .....	11
2.4 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL BLOQUE.....	12
2.4.1 <i>Tabiques</i> .....	12
2.4.2 <i>Conectores</i> .....	13
2.4.3 <i>Montaje del Bloque</i> .....	16
2.5 GEOMETRÍA DE LOS ELEMENTOS.....	19

2.5.1	<i>Tabique</i> .....	19
2.5.1.1	Longitud (Largo Total) .....	19
2.5.1.2	Altura (hp).....	19
2.5.1.3	Espesor (ep).....	19
2.5.2	<i>Conector</i> .....	19
2.5.2.1	Cuerpo del Conector .....	19
2.5.2.2	Seguro Exterior .....	20
2.5.2.3	Unión del Conector .....	20
2.6	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	20
2.6.1	<i>Tabiques</i> .....	20
2.6.1.1	Densidad.....	20
2.6.1.2	Módulo de Elasticidad.....	20
2.6.1.3	Módulo de Poisson.....	21
2.6.1.4	Resistencia a Flexión.....	21
2.6.1.5	Resistencia a tracción.....	22
2.6.1.6	Resistencia al corte.....	22
2.6.1.7	Resistencia a Compresión .....	23
2.6.2	<i>Conector</i> .....	24
2.6.2.1	Cuerpo y seguro del conector.....	24
2.6.2.2	Unión del conector .....	24
<b>CAPÍTULO 3 ACCIONES DE DISEÑO.....</b>		<b>25</b>
3.1	FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LOS MOLDAJES .....	25
3.1.1	<i>Peso del hormigón fresco y la armadura</i> .....	25
3.1.2	<i>Peso propio de los moldajes</i> .....	25
3.1.3	<i>Sobrecargas producidas durante el hormigonado</i> .....	25
3.1.4	<i>Presión lateral ejercida por el hormigón fresco</i> .....	25
3.1.4.1	Peso del hormigón.....	26
3.1.4.2	Velocidad de vaciado del hormigón.....	26
3.1.4.3	Altura de hormigonado .....	26
3.1.4.4	Temperatura del hormigón.....	26
3.1.4.5	Dosificación del hormigón.....	27

3.1.4.6	Consistencia del hormigón.....	27
3.1.4.7	Método de compactación del hormigón.....	27
3.1.4.8	Efecto de la caída libre del hormigón .....	28
3.1.4.9	Uso de aditivos.....	28
3.1.5	<i>Fuerzas eventuales, tales como, vientos, sismos u otras</i> .....	28
3.2	GEOMETRÍA DE LA ENVOLVENTE .....	29
3.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE MODELOS DE EMPUJE DE HORMIGÓN FRESCO SOBRE MOLDAJES .....	31
3.3.1	<i>General</i> .....	31
3.3.2	<i>ACI 347-4 [18]</i> .....	33
3.3.3	<i>Modelo de Gardner [14]</i> .....	39
3.3.4	<i>Din 18218 [19]</i> .....	43
3.3.5	<i>CIRIA report 108 [20]</i> .....	45
3.4	ELECCIÓN DEL MODELO.....	49
<b>CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE LOS BLOQUES.....</b>		<b>53</b>
4.1	GENERALIDADES.....	53
4.2	CRITERIOS DE ANÁLISIS .....	53
4.2.1	<i>Resistencia</i> .....	53
4.2.1.1	<i>Flexión</i> .....	53
4.2.1.2	<i>Corte</i> .....	54
4.2.2	<i>Falla Local</i> .....	55
4.2.2.1	<i>Falla por Aplastamiento</i> .....	55
4.2.3	<i>Deformación</i> .....	56
4.2.3.1	<i>Tabique</i> .....	56
4.2.3.2	<i>Conector Transversal</i> .....	58
4.2.3.3	<i>Seguro Exterior del Conector</i> .....	59
4.3	CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS .....	60
4.3.1	<i>Geometría</i> .....	60
4.3.2	<i>Materiales</i> .....	65
4.3.3	<i>Condiciones de borde</i> .....	65
4.3.4	<i>Solicitaciones</i> .....	66

4.4	RESULTADOS DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS .....	67
4.4.1	<i>Tabique tipo 1 (hp=25cm; N<sup>of</sup>=2)</i> .....	70
4.4.2	<i>Tabique tipo 2 (hp=25cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	73
4.4.3	<i>Tabique tipo 3 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=2)</i> .....	76
4.4.4	<i>Tabique tipo 4 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	79
4.4.5	<i>Tabique tipo 5 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=4)</i> .....	82
4.4.6	<i>Tabique tipo 6 (hp=35cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	85
4.4.7	<i>Tabique tipo 7 (hp=35cm; N<sup>of</sup>=4)</i> .....	88
<b>CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>		<b>91</b>
5.1	GENERALIDADES .....	91
5.2	ANÁLISIS DE RESISTENCIA .....	91
5.2.1	<i>Resistencia del Tabique</i> .....	91
5.2.1.1	Resistencia a la Flexión - Eje 11 .....	91
5.2.1.2	Resistencia a la Flexión - Eje 22 .....	93
5.2.1.3	Resistencia al Corte - Eje 13 .....	95
5.2.1.4	Resistencia al Corte - Eje 23 .....	97
5.2.2	<i>Falla Local</i> .....	99
5.2.3	<i>Resistencia a Tracción del Conector Transversal</i> .....	100
5.2.4	<i>Resistencia a Flexión del Seguro Exterior</i> .....	100
5.3	ANÁLISIS DE DEFORMACIONES .....	101
5.3.1	<i>Deformaciones del Tabique</i> .....	101
5.3.2	<i>Deformación del Conector</i> .....	101
5.3.2.1	Deformación del Conector Transversal a Tracción .....	102
5.3.2.2	Deformación del Seguro Exterior .....	102
5.4	ANÁLISIS GENERAL.....	103
5.4.1	<i>Tabique Tipo 1 (hp=25cm; N<sup>of</sup>=2)</i> .....	103
5.4.2	<i>Tabique Tipo 2 (hp=25cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	104
5.4.3	<i>Tabique Tipo 3 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=2)</i> .....	106
5.4.4	<i>Tabique Tipo 4 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	107
5.4.5	<i>Tabique Tipo 5 (hp=30cm; N<sup>of</sup>=4)</i> .....	109
5.4.6	<i>Tabique Tipo 6 (hp=35cm; N<sup>of</sup>=3)</i> .....	111

5.4.7	Tabique Tipo 7 ( $h_p=35\text{cm}$ ; $N^{\circ}f=4$ ).....	112
5.5	GEOMETRÍA PROPUESTA .....	113
5.5.1	Tabique.....	113
5.5.2	Conectores .....	113
5.5.3	Modelo 3D.....	114
5.5.3.1	Tabique Propuesto.....	114
5.5.3.2	Conector Propuesto .....	115
5.5.3.3	Bloque Propuesto .....	116
5.5.3.4	Moldaje con Bloques Propuestos .....	117
	<b>CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXO I..... MODELOS DE EMPUJE DE HORMIGÓN FRESCO SOBRE</b>	
	<b>MOLDAJES .....</b>	<b>124</b>
I-1	ACI 347-4.....	124
I-2	MODELO DE GARDNER.....	125
I-3	DIN 18218.....	127
I-4	CIRIA REPORT 108 .....	127
	<b>ANEXO II ANÁLISIS DE LOS BLOQUES.....</b>	<b>129</b>
II-1	TABIQUE TIPO 1 ( $h_p=25\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=2$ ) .....	131
II-2	TABIQUE TIPO 2 ( $h_p=25\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=3$ ) .....	137
II-3	TABIQUE TIPO 3 ( $h_p=30\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=2$ ) .....	145
II-4	TABIQUE TIPO 4 ( $h_p=30\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=3$ ) .....	149
II-5	TABIQUE TIPO 5 ( $h_p=30\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=4$ ) .....	157
II-6	TABIQUE TIPO 6 ( $h_p=35\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=3$ ) .....	165
II-7	TABIQUE TIPO 7 ( $h_p=35\text{cm}$ ; $N^{\circ}F=4$ ) .....	169

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Moldes de Madera In Situ .....	5
Figura 2-2 Deterioro en Moldes de Madera In Situ .....	6
Figura 2-3 Moldaje ICF, Montaje en Terreno.....	7
Figura 2-4 ICF, Muro Screen-Grid (Emparrillado).....	9
Figura 2-5 ICF, Muro Waffle-Grid .....	10
Figura 2-6 ICF, Muro Flat (Plano).....	10
Figura 2-7 Tabiques a Estudiar .....	12
Figura 2-8 Conectores a Estudiar .....	14
Figura 2-9 Montaje del bloque propuesto .....	16
Figura 2-10 Bloque propuesto.....	17
Figura 2-11 Moldaje en base a bloques.....	18
Figura 3-1 Geometría de la Envolvente de Hormigón Fresco .....	30
Figura 3-2 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m) .....	36
Figura 3-3 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m) .....	37
Figura 3-4 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m) .....	38
Figura 3-5 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m) .....	40
Figura 3-6 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m) .....	41
Figura 3-7 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m) .....	42
Figura 3-8 DIN18218, Presión máxima de hormigón fresco.....	44
Figura 3-9 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m).....	46
Figura 3-10 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m).....	47
Figura 3-11 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m).....	48
Figura 3-12 Presión Máxima Comparativa a T=16 °C y H=3 m .....	50
Figura 3-13 Presión Máxima Comparativa a V=1,6 m/h y H=3 m.....	51
Figura 4-1 Falla por Aplastamiento .....	55
Figura 4-2 Elemento en Tracción.....	58
Figura 4-3 Viga Biempotrada con Carga Constante .....	59
Figura 4-4 Sistema de Coordenadas Global.....	61

Figura 4-5 Sistema de Coordenadas Local.....	61
Figura 4-6 Conectores Modelados .....	62
Figura 4-7 Solicitaciones.....	66
Figura 5-1 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 11.....	92
Figura 5-2 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 11 – 25kg/m <sup>3</sup> .....	92
Figura 5-3 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 11 – 30kg/m <sup>3</sup> .....	93
Figura 5-4 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 22.....	94
Figura 5-5 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 22 – 25kg/m <sup>3</sup> .....	94
Figura 5-6 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 22 – 30kg/m <sup>3</sup> .....	95
Figura 5-7 Resistencia Máxima a compresión de Tabiques Eje 13 .....	96
Figura 5-8 Demanda/Resistencia a Corte Eje 13 – 25kg/m <sup>3</sup> .....	96
Figura 5-9 Demanda/Resistencia a Corte Eje 13 – 30kg/m <sup>3</sup> .....	97
Figura 5-10 Resistencia Máxima a Corte de Tabiques Eje 23 .....	98
Figura 5-11 Demanda/Resistencia a Corte Eje 23 – 25kg/m <sup>3</sup> .....	98
Figura 5-12 Demanda/Resistencia a Corte Eje 23 – 30kg/m <sup>3</sup> .....	99
Figura 5-13 Esfuerzo v/s Deformación del Acero .....	102
Figura 5-14 R max v/s db Tabique Tipo 1 .....	103
Figura 5-15 R max v/s db Tabique Tipo 2 .....	104
Figura 5-16 R max v/s db Tabique Tipo 2 .....	105
Figura 5-17 R max v/s db Tabique Tipo 2 .....	105
Figura 5-18 R max v/s db Tabique Tipo 3 .....	106
Figura 5-19 R max v/s db Tabique Tipo 4.....	107
Figura 5-20 R max v/s db Tabique Tipo 4.....	108
Figura 5-21 R max v/s db Tabique Tipo 5.....	109
Figura 5-22 R max v/s db Tabique Tipo 5.....	109
Figura 5-23 R max v/s db Tabique Tipo 5.....	110
Figura 5-24 R max v/s db Tabique Tipo 5.....	110
Figura 5-25 R max v/s db Tabique Tipo 6.....	111
Figura 5-26 R max v/s db Tabique Tipo 7.....	112
Figura 5-27 R max v/s db Tabique Tipo 5.....	112
Figura 5-28 Geometría Tabique Propuesto.....	114

Figura 5-29 Geometría Conector Propuesto ..... 115

Figura 5-30 Geometría Bloque Propuesto..... 116

Figura 5-31 Geometría Propuesta Moldaje ..... 117

Figura 6-1 Bloque Propuesto y Bloque Posible ..... 120

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Características Alambre Galvanizado por Calibre .....	24
Tabla 3-1 ACI Committe 347, Coeficiente de corrección por composición química y aditivos de la mezcla (Cc).....	34
Tabla 3-2 ACI Committe 347, coeficiente de corrección por peso específico.....	34
Tabla 3-3 CIRIA report 108.....	45
Tabla 3-4 CIRIA report 108, Coeficiente de corrección por composición química y aditivos de la mezcla (C2).....	46
Tabla 4-1 Deformación Máxima Permitida Normativa DIN 18202 .....	57
Tabla 4-2 Deformación Máxima de Tabiques Permitida.....	58
Tabla 4-3 Geometrías de Tabiques Modelados.....	60
Tabla 4-4 Geometrías de Conector Considerado .....	65
Tabla 4-5 Materiales de Tabiques Modelados .....	65
Tabla 5-1 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 11 .....	92
Tabla 5-2 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 22 .....	93
Tabla 5-3 Resistencia Máxima a Compresión de Tabiques Eje 13.....	95
Tabla 5-4 Resistencia Máxima a Corte de Tabiques Eje 23 .....	97
Tabla 5-5 Resistencia a Falla Local por diámetro de conector y .....	99
Tabla 5-6 Resistencia conector Transversal.....	100
Tabla 5-7 Cumplimiento Deformación del Tabique .....	101
Tabla 5-8 Resistencia conector Transversal.....	102
Tabla 5-9 Geometría Propuesta Tabique.....	113
Tabla 5-10 Geometría propuesta Conectores .....	113
Tabla I-1 CI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m) .....	124
Tabla I-2 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m) .....	124
Tabla I-3 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m) .....	125
Tabla I-4 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m) .....	125
Tabla I-5 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m).....	126
Tabla I-6 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m).....	126

Tabla I-7 DIN 18218, Presión máxima de hormigón fresco.....	127
Tabla I-8 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (He=1m).....	127
Tabla I-9 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m).....	128
Tabla I-10 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (He=3m).....	128
Tabla II-1 Tabla General de Análisis Tabiques .....	129
Tabla II-2 Tabla General de Análisis Conectores .....	130
Tabla II-3 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1 .....	131
Tabla II-4 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 1 .....	132
Tabla II-5 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1 .....	133
Tabla II-6 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 1 .....	134
Tabla II-7 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1 .....	135
Tabla II-8 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 1 .....	136
Tabla II-9 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2 .....	137
Tabla II-10 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 2.....	138
Tabla II-11 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2 .....	139
Tabla II-12 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 2 .....	140
Tabla II-13 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2 .....	141
Tabla II-14 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 2 .....	142
Tabla II-15 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2 .....	143
Tabla II-16 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 2.....	144
Tabla II-17 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 3 .....	145
Tabla II-18 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 3.....	146
Tabla II-19 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 3 .....	147
Tabla II-20 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 3 .....	148
Tabla II-21 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4 .....	149
Tabla II-22 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 4.....	150
Tabla II-23 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4 .....	151
Tabla II-24 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4 .....	152
Tabla II-25 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4 .....	153
Tabla II-26 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4 .....	154
Tabla II-27 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4 .....	155

Tabla II-28 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4 .....	156
Tabla II-29 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5 .....	157
Tabla II-30 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5 .....	158
Tabla II-31 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5 .....	159
Tabla II-32 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5 .....	160
Tabla II-33 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5 .....	161
Tabla II-34 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5 .....	162
Tabla II-35 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5 .....	163
Tabla II-36 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 5 .....	164
Tabla II-37 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 6 .....	165
Tabla II-38 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 6 .....	166
Tabla II-39 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 6 .....	167
Tabla II-40 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 6 .....	168
Tabla II-41 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7 .....	169
Tabla II-42 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7 .....	170
Tabla II-43 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7 .....	171
Tabla II-44 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7 .....	172
Tabla II-45 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7 .....	173
Tabla II-46 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7 .....	174
Tabla II-47 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7 .....	175
Tabla II-48 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7 .....	176

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1 Tabique Tipo 1.....	62
Ilustración 4-2 Tabique Tipo 2.....	63
Ilustración 4-3 Tabique Tipo 3.....	63
Ilustración 4-4 Tabique Tipo 4.....	63
Ilustración 4-5 Tabique Tipo 5.....	64
Ilustración 4-6 Tabique Tipo 6.....	64
Ilustración 4-7 Tabique Tipo 7.....	64
Ilustración 4-9 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Momentos Eje 11.....	67
Ilustración 4-10 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Momentos Eje 22.....	67
Ilustración 4-11 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Corte Eje 13.....	68
Ilustración 4-12 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Corte Eje 23.....	68
Ilustración 4-13 Deformación General de Tabiques.....	69
Ilustración 4-14 Reacciones en Conectores.....	69
Ilustración 4-15 Tabique Tipo 1 Momentos Eje 11.....	70
Ilustración 4-16 Tabique Tipo 1 Momentos Eje 22.....	70
Ilustración 4-17 Tabique Tipo 1 Corte Eje 13.....	71
Ilustración 4-18 Tabique Tipo 1 Corte Eje 23.....	71
Ilustración 4-19 Tabique Tipo 1 Deformación.....	72
Ilustración 4-20 Tabique Tipo 2 Momentos Eje 11.....	73
Ilustración 4-21 Tabique Tipo 2 Momentos Eje 22.....	73
Ilustración 4-22 Tabique Tipo 2 Corte Eje 13.....	74
Ilustración 4-23 Tabique Tipo 2 Corte Eje 23.....	74
Ilustración 4-24 Tabique Tipo 2 Deformación.....	75
Ilustración 4-25 Tabique Tipo 3 Momentos Eje 11.....	76
Ilustración 4-26 Tabique Tipo 3 Momentos Eje 22.....	76
Ilustración 4-27 Tabique Tipo 3 Corte Eje 13.....	77
Ilustración 4-28 Tabique Tipo 3 Corte Eje 23.....	77
Ilustración 4-29 Tabique Tipo 3 Deformación.....	78

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-30 Tabique Tipo 4 Momentos Eje 11 .....	79
Ilustración 4-31 Tabique Tipo 4 Momentos Eje 22 .....	79
Ilustración 4-32 Tabique Tipo 4 Corte Eje 13 .....	80
Ilustración 4-33 Tabique Tipo 4 Corte Eje 23 .....	80
Ilustración 4-34 Tabique Tipo 4 Deformación.....	81
Ilustración 4-35 Tabique Tipo 5 Momentos Eje 11 .....	82
Ilustración 4-36 Tabique Tipo 5 Momentos Eje 22 .....	82
Ilustración 4-37 Tabique Tipo 5 Corte Eje 13 .....	83
Ilustración 4-38 Tabique Tipo 5 Corte Eje 23 .....	83
Ilustración 4-39 Tabique Tipo 5 Deformación.....	84
Ilustración 4-40 Tabique Tipo 6 Momentos Eje 11 .....	85
Ilustración 4-41 Tabique Tipo 6 Momentos Eje 22 .....	85
Ilustración 4-42 Tabique Tipo 6 Corte Eje 13 .....	86
Ilustración 4-43 Tabique Tipo 6 Corte Eje 23 .....	86
Ilustración 4-44 Tabique Tipo 6 Deformación.....	87
Ilustración 4-45 Tabique Tipo 7 Momentos Eje 11 .....	88
Ilustración 4-46 Tabique Tipo 7 Momentos Eje 22 .....	88
Ilustración 4-47 Tabique Tipo 7 Corte Eje 13 .....	89
Ilustración 4-48 Tabique Tipo 7 Corte Eje 23 .....	89
Ilustración 4-49 Tabique Tipo 7 Deformación.....	90

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 General

La finalidad de los moldajes, es dar forma a los elementos de hormigón armado de un sistema estructural, con el fin de dar el soporte adecuado hasta que el hormigón se vuelva autosustentable. Esto de la manera más práctica, segura y económica posible.

Todo moldaje debe cumplir con ciertos requisitos básicos, como:

- a) Ser estancos y suficientemente resistentes para soportar la presión y peso del hormigón fresco, las cargas vivas originadas durante la colocación y vibrado del hormigón, y toda carga que pueda presentarse en cada caso particular, antes que el elemento se vuelva autosustentable.
- b) Ser lo suficientemente rígidos y estables para conservar su forma y alineamiento durante todo el tiempo de uso.
- c) Ser económicos, por lo que resulta de vital importancia optimizar los factores que influyen en su costo, ya sea materiales, mano de obra, traslado, equipos, etc.

Es así, que para cumplir tanto estos requisitos básicos como las distintas necesidades asociadas a la satisfacción de los usuarios y seguridad, continuamente se desarrollan nuevos sistemas constructivos. Entre estos nuevos sistemas constructivos se encuentran los llamados sistemas Insulated Concrete Forms (ICF), basados en moldes de poliestireno expandido (EPS) para muros de hormigón armado. Estos moldes permanecen adosados al sistema otorgando al mismo aislamiento térmico y acústico, lo que constituye importantes ventajas comparativas respecto a los sistemas de encofrado tradicionales.

Si bien el sistema cumple con sus objetivos, los moldes de poliestireno expandido (EPS) no son muy eficientes en cuanto a volumen se refiere, dado que estos utilizan el mismo volumen del muro a construir y debido a su entramado interior no permiten elaborar un

elemento continuo. Adicionalmente, debido al gran volumen de cada bloque es que su transporte a obra y almacenamiento en terreno se vuelve complicado y de mayor costo.

Con el fin de soslayar estos inconvenientes, sin afectar las características intrínsecas del método, es que el presente estudio busca mejorar la geometría de estos moldajes, optimizando tanto el volumen final del bloque como la continuidad del elemento estructural en su interior.

Mediante la caracterización de los esfuerzos a los que son sometidos, se propone una geometría tal que en base a determinado método constructivo permita optimizar el volumen del bloque para moldaje, brindando mejoras tanto en su manejabilidad como en la continuidad del elemento estructural en su interior.

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es encontrar la geometría óptima para los bloques de Moldaje ICF. Para este fin se definen los siguientes objetivos específicos:

- Definir las características geométricas y físicas más importantes de los bloques de moldaje para en base a estos proponer una geometría tentativa.
- Realizar un análisis de sensibilidad de las características escogidas, para definir finalmente la geometría óptima en función de las solicitaciones del método constructivo.
- Proponer un bloque cuya geometría otorgue mejoras en el manejo, transporte y almacenamiento de los bloques y permita construir un elemento continuo.

### **1.3 Alcances y contenidos**

El presente estudio ha sido dividido en los siguientes capítulos:

*Capítulo 1*, Introducción, consta de una breve descripción del estudio y presenta los objetivos del mismo.

*Capítulo 2*, Sistema Estructural ICF y Descripción de los Bloques, se describen los sistemas ICF existentes, se presenta la geometría estudiada y se describe el sistema propuesto, sus partes, geometrías y materialidad.

*Capítulo 3*, Acciones de Diseño, se estudian las fuerzas que actúan sobre los moldajes, caracterizando su forma. Se busca y elige un modelo representativo del fenómeno.

*Capítulo 4*, Análisis de los Bloques, se generan modelos de elementos finitos de las distintas alternativas de configuración de los bloques.

*Capítulo 5*, Análisis de Resultados, basado en los resultados obtenidos de la modelación, se definen criterios de análisis, se revisa la resistencia y deformaciones que presentan las diferentes configuraciones de moldaje y se encuentra un óptimo.

*Capítulo 6*, Conclusiones, basado en los análisis realizados, se concluye respecto a los resultados obtenidos.

# CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

## 2.1 General

La finalidad de todo sistema de moldajes es dar forma a los elementos de hormigón armado, con el fin de proveer el soporte adecuado hasta que el hormigón se vuelva autosustentable, cumpliendo con requisitos básicos como ser estancos y resistentes, siendo lo suficientemente rígidos y estables para conservar su forma y alineamiento.

Generalmente, en obra se utilizan moldes de madera fabricados in situ, que se reutilizan una y otra vez, perdiendo su rigidez, alineamiento y estanqueidad cada vez que se descimbran.



**Figura 2-1 Moldes de Madera In Situ**

Fuente: American Concrete Pumping Association [2]



**Figura 2-2 Deterioro en Moldes de Madera In Situ**

Fuente: Ingeniero de Caminos [3]

Es por este motivo que nace la necesidad de implementar nuevos sistemas como los moldajes metálicos, que poseen una mayor resistencia manteniendo sus características básicas a través del tiempo, siendo sistemas mucho más robustos que además, dependiendo de las características del mismo, pueden requerir de maquinaria adicional para su manejo, por tanto, tienen la problemática de no ser económicos [4].

Otra de las alternativas disponibles en el mercado son los innovadores moldajes prefabricados conocidos como sistema Insulated Concrete Form (ICF), objeto del presente estudio, que consisten en un sistema basado en bloques aislantes de Poliestireno Expandido de alta Densidad (EPS), capaces de encajar unos con otros, formando un entramado que sirve como moldaje para muros de hormigón armado. Dichos bloques de poliestireno, además de confinar el hormigón, quedan incorporados a la estructura, brindando a ésta aislación térmica y acústica.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES



**Figura 2-3 Moldaje ICF, Montaje en Terreno**

Fuente: Manual de Instalación Bloques Aislantes para Muros ICF [5]

Los sistemas ICF han aumentado rápidamente su uso en Estados Unidos y Europa [6] debido a sus ventajas comparativas tales como:

- Montaje y construcción rápida. El original sistema de ensamble que presenta el método permite reducir la mano de obra en relación con los sistemas tradicionales.
- Mayor eficiencia y economía. Dado que el sistema queda incorporado al muro, no es necesaria la faena de descimbre, reduciendo las horas hombre necesarias para finalizar la construcción del muro, optimizando los tiempos de ejecución y reduciendo los costos finales.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

- Aislación térmica y acústica. Dadas las características físicas del molde, el núcleo de hormigón en conjunto con los bloques de poliestireno brinda al conjunto una aislación tal, que vuelve innecesaria la adición de envolventes extras para conseguir estos efectos [1] [5].
- Ahorro energético. Gracias a las propiedades del Poliestireno Expandido de Alta Densidad (EPS), la energía necesaria para calefaccionar una vivienda construida con este sistema resulta considerablemente menor a la necesaria para obtener los mismos resultados en una vivienda que no cuenta con dicho sistema [1] [5].
- Estabilidad. La configuración de los bloques de moldaje permite realizar la faena de hormigonado con alturas comparables a las que permiten los moldajes tradicionales, reduciendo las juntas de hormigón fresco con hormigón endurecido [1] [5].

Si bien el sistema presenta variadas ventajas comparativas respecto a los moldajes tradicionales, también tiene ciertas desventajas, tales como:

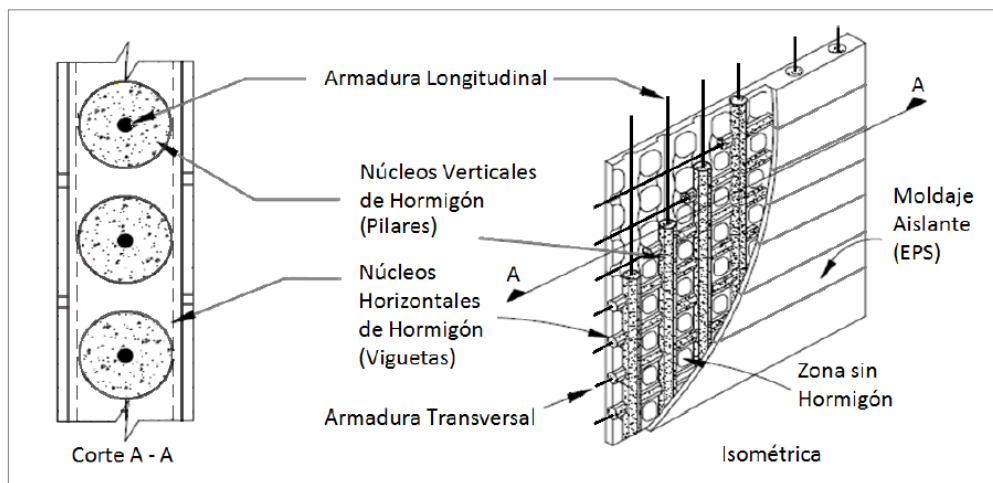
- Falta de información. Pese a la existencia de investigaciones que validan sísmicamente estos elementos [7], la poca información de antecedentes específicos de experiencias sísmicas, resulta en que se limite su uso.
- Difícil control del proceso de hormigonado. Debido a la configuración de los bloques se hace imposible observar dentro de éstos sin un equipo especializado, volviendo más costosa y complicada la tarea de detectar irregularidades constructivas post-hormigonado.
- El excesivo volumen de los bloques. Dado que éste es igual al volumen final de los muros a construir, se hace oneroso su transporte y almacenaje en obra.

## 2.2 Tipos de sistemas estructurales ICF

Los sistemas ICF existentes cuentan con diferentes tipos de encofrado en función tanto de su geometría interior como exterior. Según estas características es posible separarlos en 3 tipos.

### 2.2.1 Muro Screen-Grid (Emparrillado)

Corresponde a muros conformados por pilares y viguetas de hormigón armado confinados por los bloques de poliestireno.



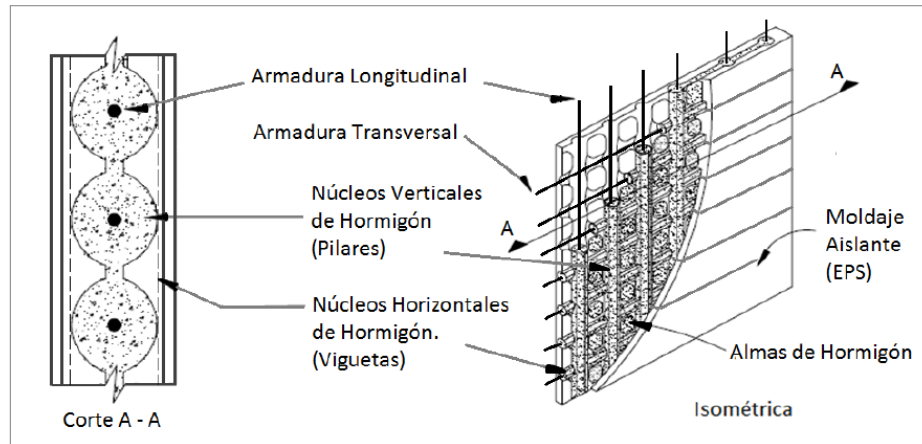
**Figura 2-4 ICF, Muro Screen-Grid (Emparrillado)**

Fuente: Figure 1.1, Prescriptive Method for Insulating Concrete Forms in Residential Construction [8]

### 2.2.2 Muro Waffle-Grid

Corresponde a muros conformados por pilares y viguetas unidos con una delgada alma de hormigón, esto gracias a que los tabiques de los bloques de confinamiento no se tocan.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

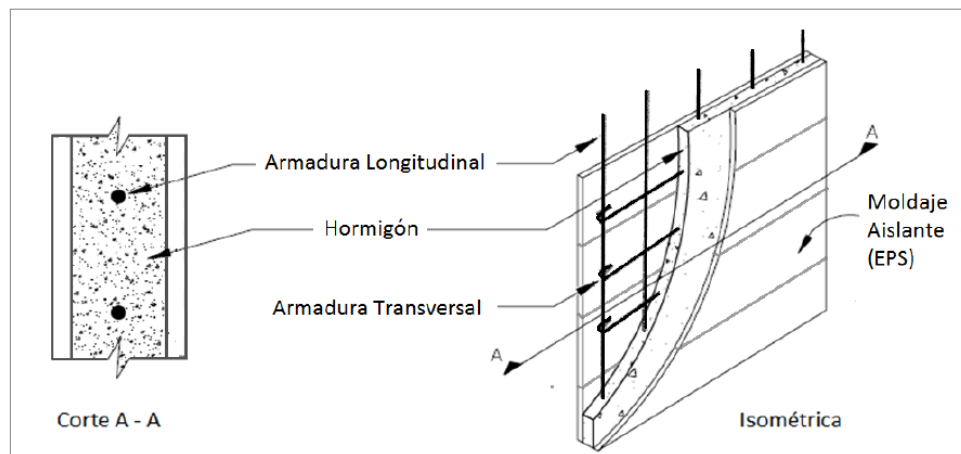


**Figura 2-5 ICF, Muro Waffle-Grid**

Fuente: Figure 1.1, Prescriptive Method for Insulating Concrete Forms in Residential Construction [8]

### 2.2.3 Muro Flat (Plano)

Corresponde a muros de espesor constante obtenidos con bloques de poliestireno, conformados por dos tabiques paralelos unidos con pasadores entre las dos caras, por lo que éstas no se tocan. Permite obtener muros similares a los convencionales.



**Figura 2-6 ICF, Muro Flat (Plano)**

Fuente: Figure 1.1, Prescriptive Method for Insulating Concrete Forms in Residential Construction [8]

### **2.3 Bloque ICF a Estudiar**

Como se mencionó anteriormente, una de las mayores desventajas del sistema es el excesivo volumen de los bloques presentes en la actualidad en el mercado, lo que dispendia su transporte y dificulta su almacenaje en terreno, elevando además los costos de transporte y almacenaje debido a su gran volumen. Por este motivo surge la necesidad de proponer geometrías alternativas que mantengan las ventajas comparativas del sistema, reduciendo el volumen de transporte y almacenaje de los bloques.

El presente estudio, pretende desarrollar una alternativa de mejora geométrica, manteniendo intactas todas las ventajas intrínsecas del sistema, apuntando a un modelo modular. La idea del nuevo sistema es considerar un bloque armable, cuyo volumen de transporte y almacenaje sea reducido, para lo cual se escogió la geometría de los bloques ICF tipo Flat cuyas características geométricas de tabiques planos se ajustan de mejor manera al objetivo. Se buscará formar un sistema conformado por dos tabiques laterales de Poliestireno Expandido de Alta Resistencia (EPS), unidos por conectores metálicos, cuyo conjunto luego de ser ensamblado en terreno, componga el bloque. Se trabajará en optimizar la geometría de los tabiques, así como la disposición de los conectores, según las solicitaciones a las que será sometido el molde durante la faena de hormigonado. Una descripción detallada de las características del bloque se presenta en la siguiente sección, 2.4 Elementos que Conforman el Bloque.

Para efectos de optimizar la configuración del bloque propuesto, se revisarán diversas alternativas geométricas, variando tanto la geometría del tabique, como el número y distanciamiento de conectores. En general, se variarán las dimensiones en pasos razonables, manteniendo medidas realistas que mantengan la practicidad y no afecten la constructividad final.

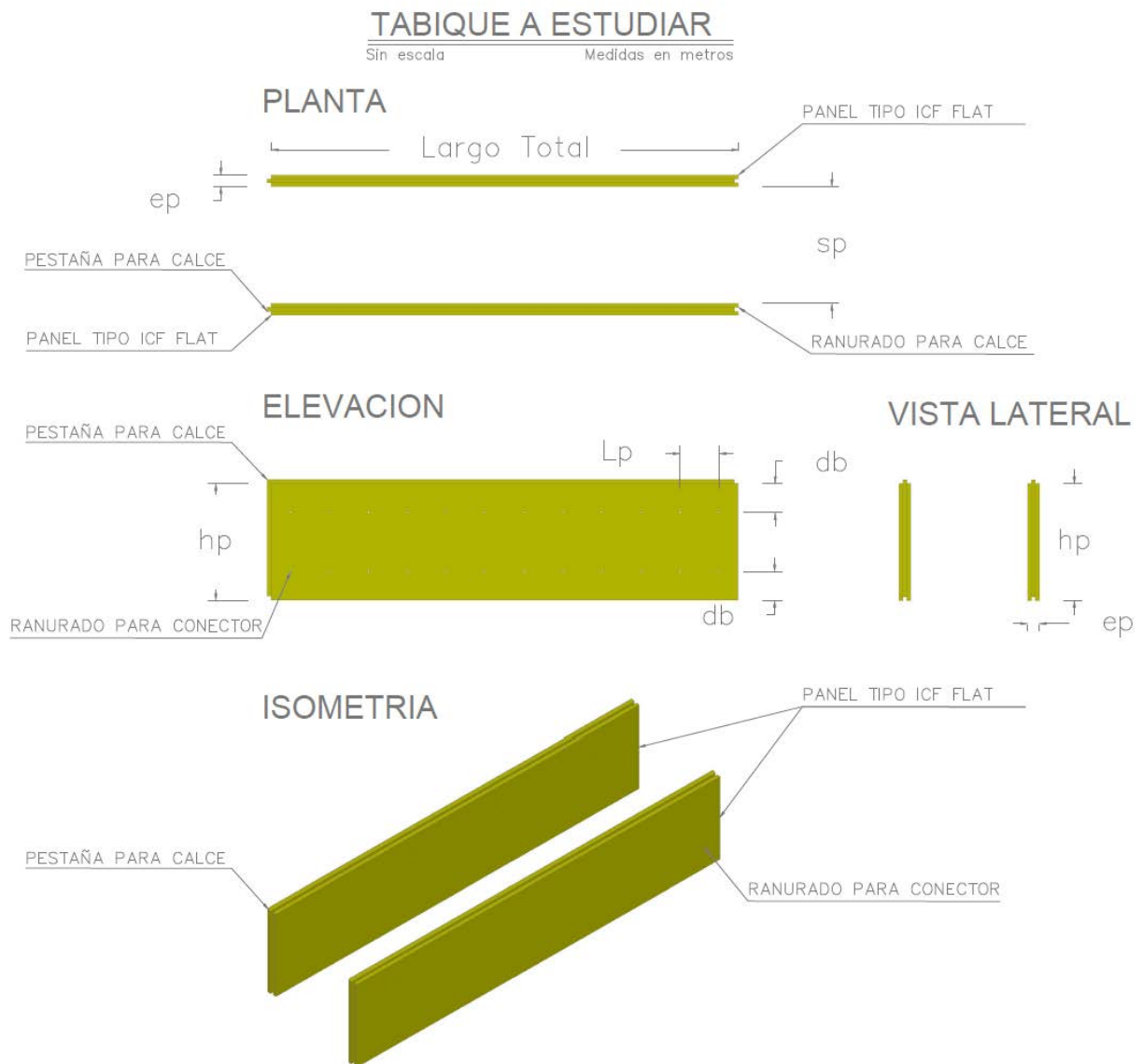
La incidencia de la geometría en la elección del bloque, se analizará determinando las distribuciones de esfuerzos para las distintas configuraciones, para los bloques sometidos a las solicitaciones de hormigonado. El análisis de los bloques se realizará mediante modelos de elementos finitos en SAP2000, mediante los cuales se calcularán los esfuerzos que se desarrollan tanto en los conectores como en los tabiques de los bloques.

## 2.4 Elementos que Conforman el Bloque

Los bloques propuestos, se conforman de dos elementos, tabiques laterales y conectores, los que se detallan a continuación:

### 2.4.1 Tabiques

Los tabiques que conforman las paredes laterales del bloque tendrán la geometría que se muestra en la Figura 2-7 Tabiques a Estudiar:



**Figura 2-7 Tabiques a Estudiar**

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

En Figura 2-7 Tabiques a Estudiar, se observa la planta, elevación, vista lateral e isometría de los tabiques necesarios para ensamblar un bloque.

Cada tabique contará con una serie de filas con ranuras equidistantes ( $L_p$ ), según se muestra en Figura 2-7 (dos filas a modo de ejemplo en la figura), en las cuales calzarán los conectores que permitirán conformar el bloque. El bloque montado se presenta en la Figura 2-10 Bloque propuesto, del presente trabajo.

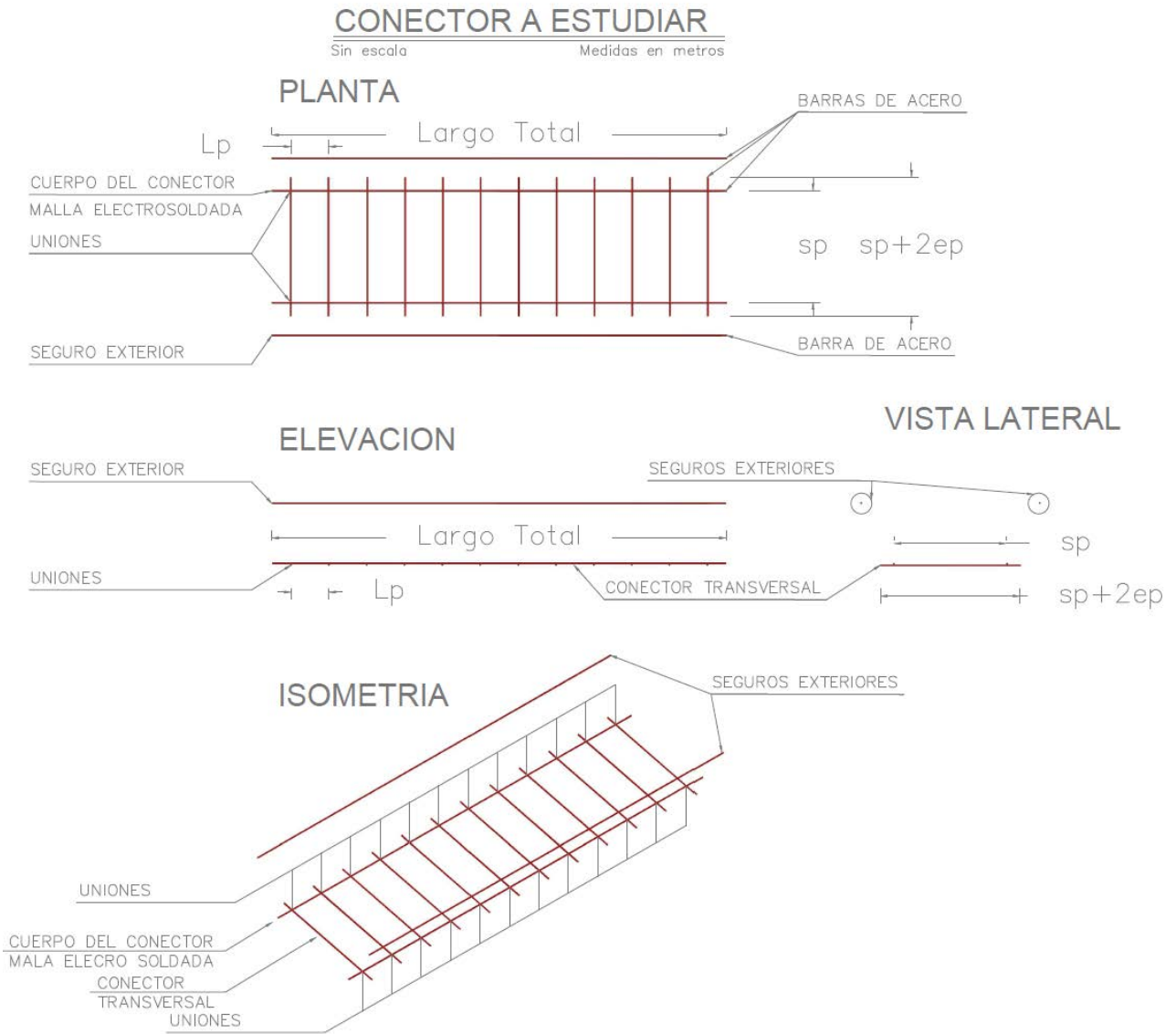
La geometría de cada tabique; a saber, alto ( $h_p$ ), espesor ( $e_p$ ), largo (Largo Total) y número de filas ranuradas; será el resultado del análisis final de la presente investigación.

Cabe destacar que la configuración propuesta considera una pestaña en la parte superior, tal que admita el calce con la ranura de la parte inferior del tabique, permitiendo al conjunto mantener la estanqueidad.

### **2.4.2 Conectores**

Los conectores a estudiar tendrán la siguiente forma, como se muestra en la Figura 2-8 Conectores a Estudiar:

CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES



**Figura 2-8 Conectores a Estudiar**

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

En Figura 2-8 Conectores a Estudiar, se observa la planta, elevación, vista lateral e isometría del grupo de elementos que conforman el conector propuesto, el cuerpo del conector y dos seguros exteriores.

La unión del conjunto permitirá armar los bloques, ensamblando una pieza integral que formará el conector que dará soporte a los tabiques y formará el bloque.

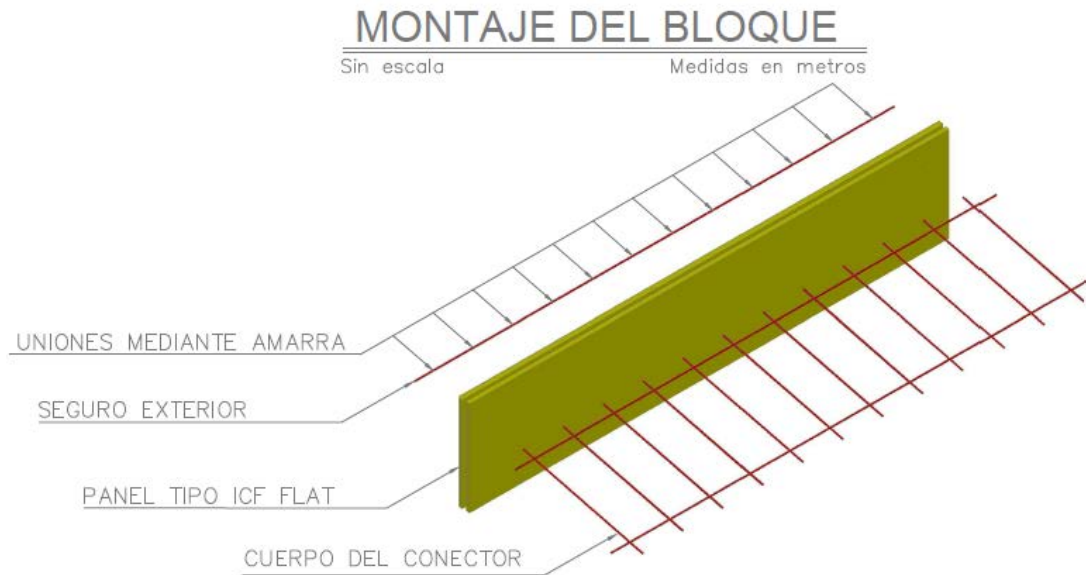
El cuerpo del conector, se materializará de dos barras del mismo largo de los tabiques (Largo Total), separadas a una distancia igual al espesor del panel a construir ( $sp$ ), unido por barras perpendiculares (conectores transversales) de largo total, igual al espesor del panel más dos veces el espesor de los tabiques ( $sp+2ep$ ), equidistanciadas ( $Lp$ ), de tal manera que cada barra perpendicular calce en el ranurado de los tabiques mencionados anteriormente. El conjunto será unido según la disposición de los elementos mostrada en la Figura 2-10 Bloque propuesto.

Los conectores transversales, contarán con un sobreancho desde la unión electrosoldada igual al espesor de los tabiques ( $ep$ ) a ambos lados de las piezas, con el fin de servir de guía a los seguros exteriores.

Los seguros exteriores, se materializarán de dos barras del mismo largo de los tabiques (Largo Total), que serán unidas al cuerpo del conector desde la cara externa de los tabiques que conforman el bloque, completando el conector, y asegurando la integridad del bloque propuesto. El bloque montado se presenta en la Figura 2-10 Bloque propuesto, del presente trabajo.

### 2.4.3 Montaje del Bloque

El montaje de los tabiques mediante los conectores se realizará de la siguiente manera, como muestra la Figura 2-9 Montaje del bloque propuesto:



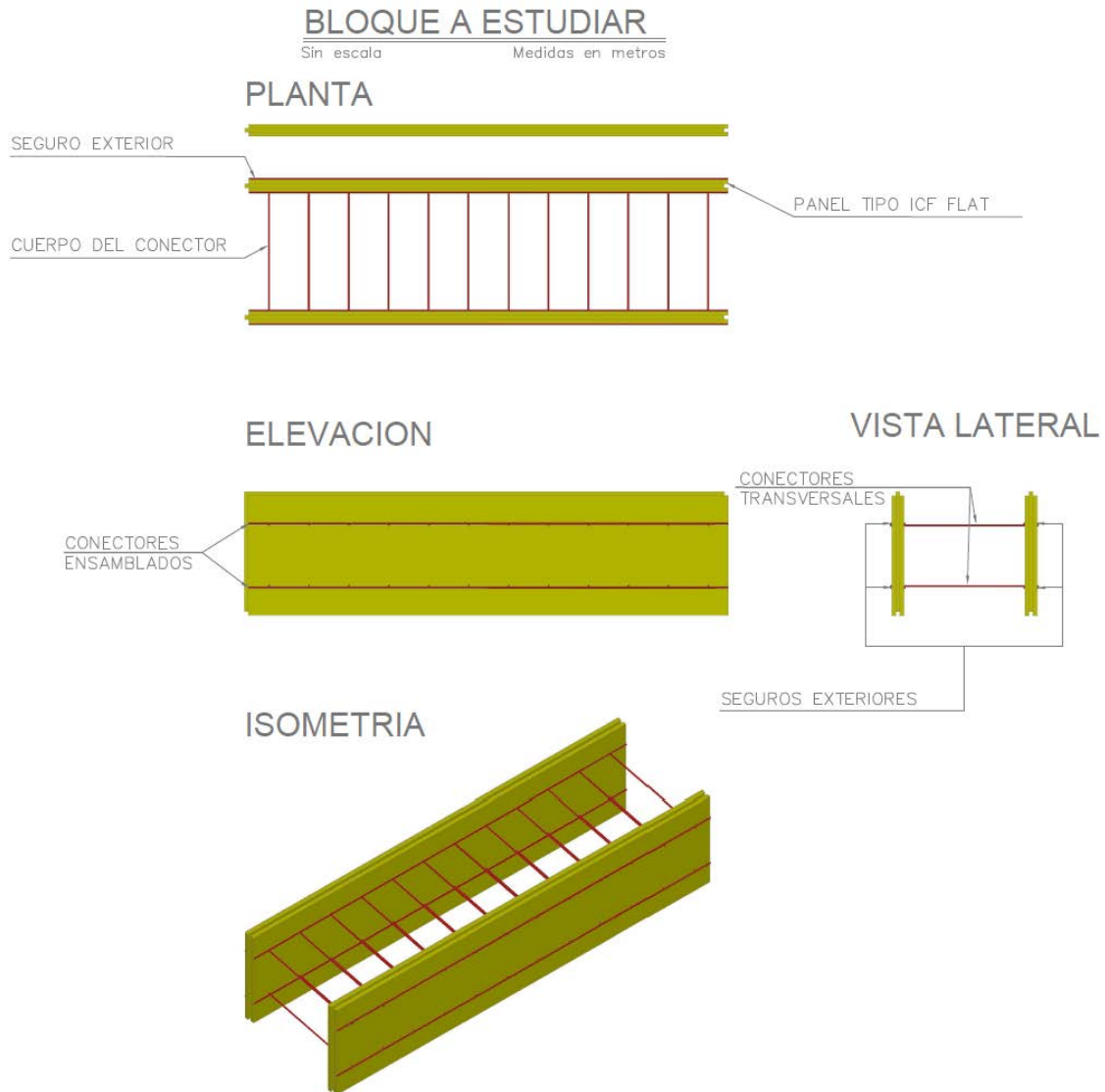
**Figura 2-9 Montaje del bloque propuesto**

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los lados del cuerpo del conector, pasará a través del ranurado de uno de los paneles, para ser adosado mediante amarras de alambre galvanizado al seguro exterior. Proceso que deberá repetirse hasta armar el bloque completo.

A continuación, se presenta una figura con el bloque propuesto ensamblado.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES



**Figura 2-10 Bloque propuesto**

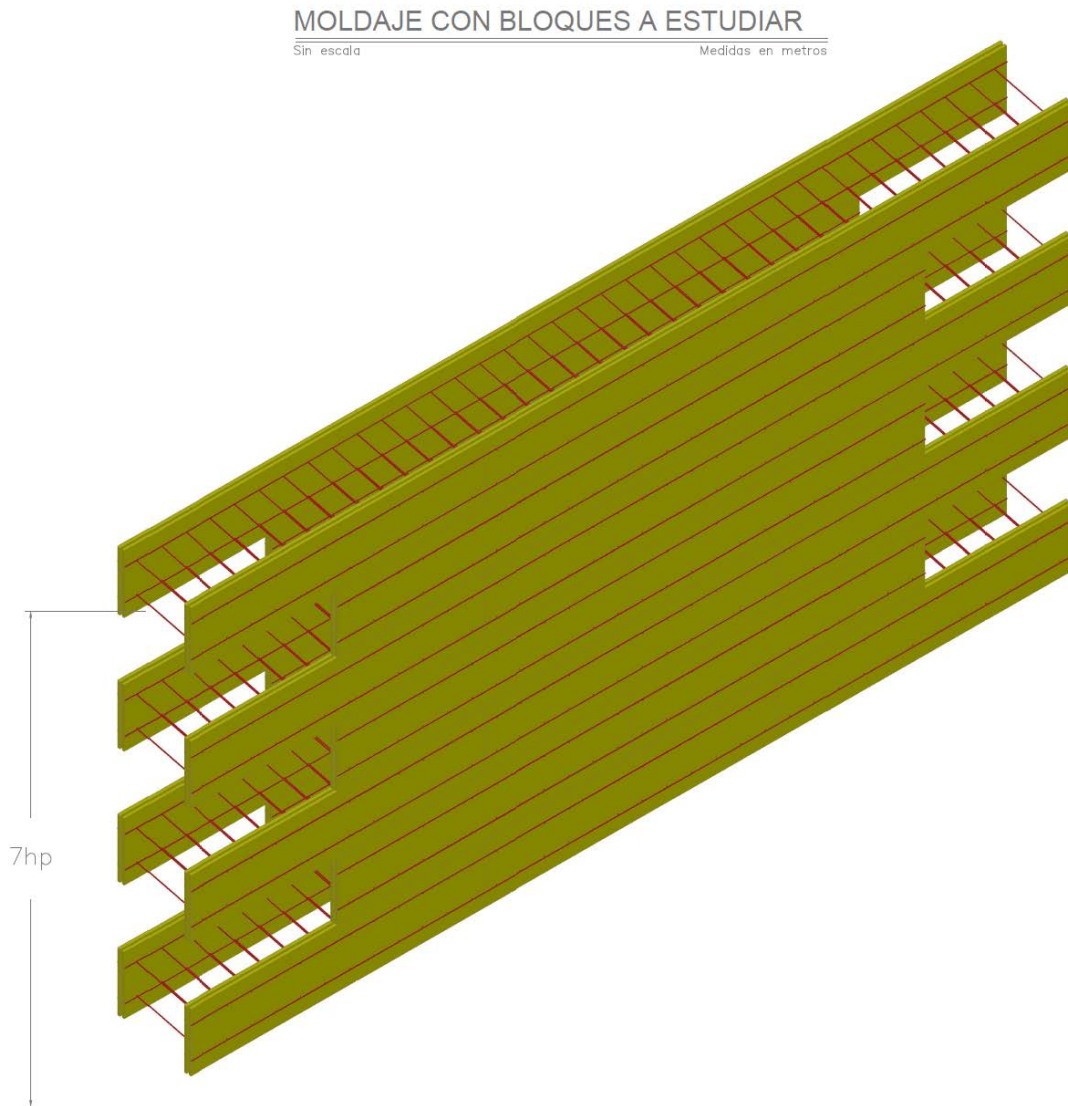
Fuente: Elaboración propia.

En Figura 2-10 Bloque propuesto, se observa la planta, elevación, vista lateral e isometría del bloque armado en su configuración final.

Al montar el bloque, en cada fila con ranuras equidistantes ( $L_p$ ) irá un conector. La configuración permitirá generar bloques independientes que se mantendrán armados gracias a los conectores.

## CAPÍTULO 2 SISTEMA ESTRUCTURAL ICF Y DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

Finalmente, como se muestra en Figura 2-11 Moldaje en base a bloques, el conjunto de bloques individuales formará el moldaje que constará del soporte necesario para contener el panel a hormigonar. La configuración propuesta permitirá la correcta ejecución de la faena de hormigonado, la que resultará en un panel de hormigón armado de espesor constante.



**Figura 2-11 Moldaje en base a bloques**

Fuente: Elaboración propia.

## **2.5 Geometría de los Elementos**

### **2.5.1 Tabique**

#### **2.5.1.1 Longitud (Largo Total)**

Dado que la distribución de esfuerzos en el tabique está supeditada al distanciamiento entre los conectores y no a la longitud total de la pieza, esta característica pasa a ser una problemática constructiva y no de diseño. Por este motivo, se trabajará con un bloque de longitud fija de 1,2 m, que corresponde a la medida de la mayoría de los bloques existentes en el mercado.

#### **2.5.1.2 Altura (hp)**

La altura del tabique no solo define la geometría del mismo, sino también determina la separación de los conectores a lo alto del sistema de moldaje y la distribución de los esfuerzos dentro del mismo. Por este motivo, se trabajará con varias alternativas, siempre en el rango de altura de los bloques existentes, entre 20 y 50 cm.

#### **2.5.1.3 Espesor (ep)**

El espesor del tabique es una variable de gran importancia en la modelación, dado que la resistencia estructural de éste, depende directamente de esta variable. En el presente estudio, se trabajará con las alternativas en el rango de los espesores existentes, desde los 2 a los 3 cm.

### **2.5.2 Conector**

La geometría de los conectores en la configuración explicada anteriormente, tiene cuatro puntos importantes: el diámetro de las barras, la separación entre ellas (sp/Lp), la distancia vertical entre los grupos de conectores (db) y el amarre de los seguros exteriores al cuerpo del conector.

#### **2.5.2.1 Cuerpo del Conector**

Se trabajará en base a dimensiones cerradas, contemplando barras de acero de geometría circular de 4,2 mm, 5,0 mm y 6,0 mm de diámetro, con separación horizontal de 10 cm y 15 cm, y una separación vertical entre conectores que permita mantener el conjunto al armado.

### **2.5.2.2 Seguro Exterior**

Con el fin de mantener un diámetro constante en todos los elementos del conjunto, la geometría del seguro exterior queda definida por el largo del tabique (largo total), y el diámetro contemplado para el cuerpo del conector.

### **2.5.2.3 Unión del Conector**

La unión del seguro exterior al cuerpo del conector, se materializará mediante un amarre de alambre galvanizado de un calibre a determinar, de tal manera que sea capaz de resistir las solicitaciones máximas calculadas para el conector en los puntos de amarre.

## **2.6 Propiedades de los Materiales**

### **2.6.1 Tabiques**

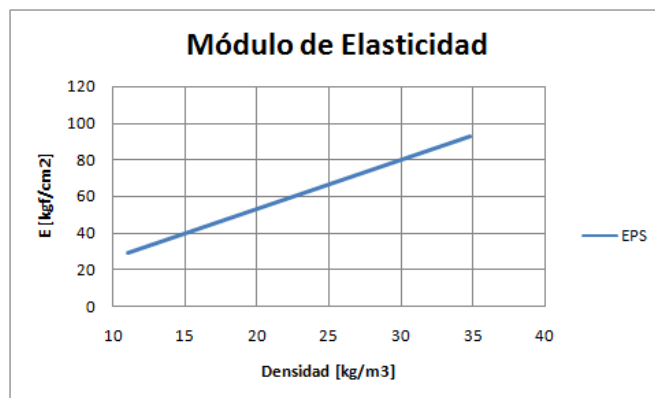
Los moldes considerados en el presente estudio, se fabrican de Polietileno Expandido de Alta Densidad (EPS), material que, basado en los estudios de la asociación chilena del poliestireno Expandido, *ACHIPEX* [1], posee las siguientes características:

#### **2.6.1.1 Densidad**

El material estudiado puede fabricarse en un rango de densidades que varía entre  $10 \text{ kg/m}^3$  y  $35 \text{ kg/m}^3$ . Para el presente estudio, se considerarán densidades entre  $25 \text{ kg/m}^3$  y  $30 \text{ kg/m}^3$ , dado que es el rango en que se fabrican los moldajes de este tipo en Chile. El presente análisis comenzará utilizando el valor de  $30 \text{ kg/m}^3$ , valor más común en el mercado.

#### **2.6.1.2 Módulo de Elasticidad**

El módulo de Elasticidad del material estudiado, depende directamente de la densidad del material, donde a mayor densidad, mayor módulo de elasticidad. El presente estudio, considerará los valores aportados por ensayos bajo la normativa *DIN 53427* [9], donde los valores que se encontraron, dentro del rango de densidades existentes, varían en un rango entre  $30 \text{ Kgf/cm}^2$  y  $90 \text{ Kgf/cm}^2$ , según se presenta en Gráfico 2-1 Módulo de Elasticidad v/s Densidad. En el presente estudio, se utilizará un módulo de elasticidad asociado a la densidad escogida.



**Gráfico 2-1 Módulo de Elasticidad v/s Densidad**

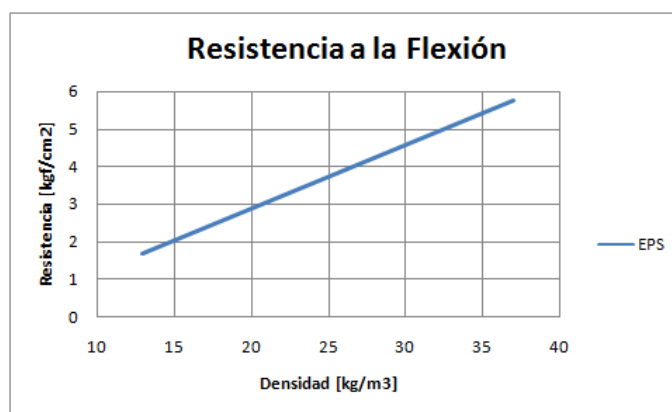
Fuente: Asociación chilena del poliestireno Expandido, ACHIPEX [1]

### 2.6.1.3 *Módulo de Poisson*

El módulo de Poisson característico del material, oscila entre 0,14 y 0,22, para una densidad de 28 kg/m<sup>3</sup>. Para las densidades escogidas se estimó que el valor de Poisson característico es de 0,21.

### 2.6.1.4 *Resistencia a Flexión*

La resistencia a la flexión del material, depende directamente de la densidad del material, donde a mayor densidad, mayor resistencia a la flexión. El presente estudio, considerará los valores aportados por ensayos bajo la normativa *DIN 53423* [10], donde se encontró que la resistencia a flexión del material, oscila en un rango entre 2,0 kgf/cm<sup>2</sup> y 5,5 kgf/cm<sup>2</sup> según se presenta en Gráfico 2-2 Resistencia a la Flexión v/s Densidad. El presente estudio, utilizará la resistencia a flexión asociada a la densidad escogida.

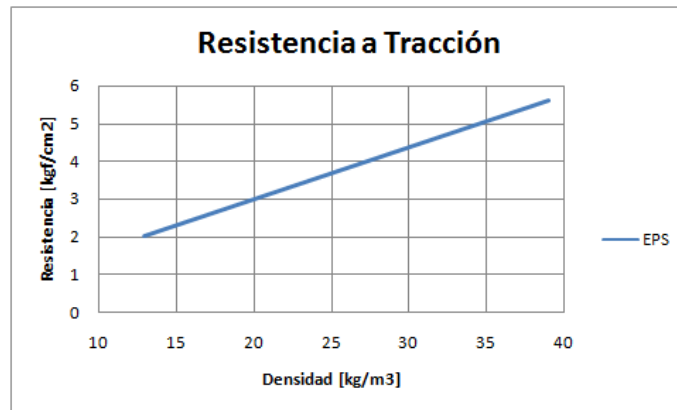


**Gráfico 2-2 Resistencia a la Flexión v/s Densidad**

Fuente: aAsociación chilena del poliestireno Expandido, ACHIPEX [1]

### 2.6.1.5 Resistencia a tracción

La resistencia a la tracción del material, depende directamente de la densidad del material, donde a mayor densidad, mayor resistencia a la tracción. El presente estudio, considerará los valores aportados por ensayos bajo la normativa *DIN 53430* [11], donde se encontró que la resistencia a la tracción del material oscila en un rango entre 2,0 kgf/cm<sup>2</sup> y 5,5 kgf/cm<sup>2</sup>, según se presenta en Gráfico 2-3 Resistencia a la Tracción v/s Densidad. El presente estudio, utilizará la resistencia a tracción asociada a la densidad escogida.

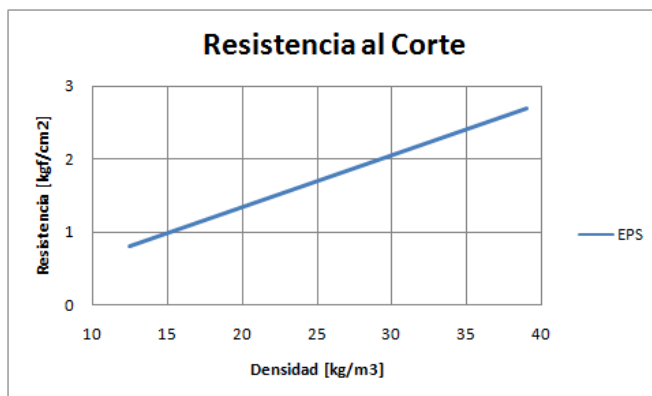


**Gráfico 2-3 Resistencia a la Tracción v/s Densidad**

Fuente: Asociación chilena del poliestireno Expandido, ACHIPEX [1]

### 2.6.1.6 Resistencia al corte

La resistencia al corte del material, depende directamente de la densidad del material, donde a mayor densidad, mayor resistencia al corte. El presente estudio, considerará los valores aportados por ensayos bajo la normativa *DIN 53427* [9], donde se encontró que la resistencia al corte del material, oscila en un rango mayor a 0,9 kg/cm<sup>2</sup> y menor a 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, según se presenta en Gráfico 2-4 Resistencia al Corte v/s Densidad. El presente estudio, utilizará la resistencia al corte asociada a la densidad escogida.

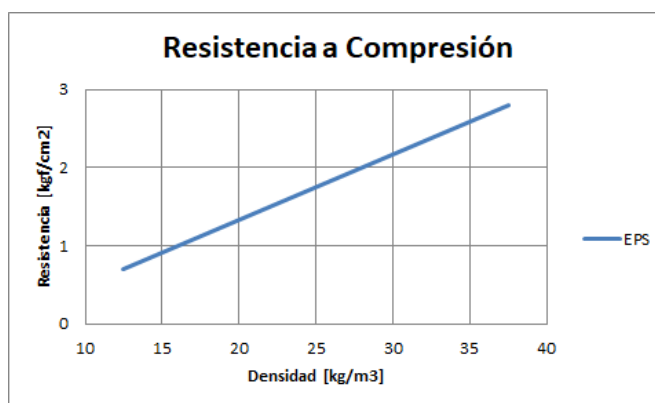


**Gráfico 2-4 Resistencia al Corte v/s Densidad**

Fuente: Asociación chilena del poliestireno Expandido, ACHIPEX [1]

### 2.6.1.7 Resistencia a Compresión

La resistencia a compresión del material, depende directamente de la densidad del material, donde a mayor densidad, mayor resistencia a compresión. El presente estudio, considerará los valores aportados por ensayos bajo la normativa *DIN 53421* [12], donde se encontró que la resistencia a compresión del material, oscila en un rango mayor a 0.7 kg/cm<sup>2</sup> y menor a 3,8 kg/cm<sup>2</sup>, para un 10% de aplastamiento, según se presenta en Gráfico 2-5 Resistencia a Compresión v/s Densidad. El presente estudio, utilizará la resistencia a compresión asociada a la densidad escogida.



**Gráfico 2-5 Resistencia a Compresión v/s Densidad**

Fuente: Asociación chilena del poliestireno Expandido, ACHIPEX [1]

## 2.6.2 Conector

Los conectores analizados por el presente estudio, se contemplan en acero, material que basado en la ficha técnica de cada elemento posee las siguientes características:

### 2.6.2.1 *Cuerpo y seguro del conector*

Como se explicó anteriormente, para el cuerpo del conector se contempla la utilización de una estructura tipo malla electro soldada de **acero de alta resistencia AT 56-50 H**, por lo que se contempla:

*Límite de fluencia* 5.000 [kgf/cm<sup>2</sup>]

*Límite de rotura* 5.600 [kgf/cm<sup>2</sup>]

*Módulo de elasticidad* 2.100.000 [kgf/cm<sup>2</sup>]

### 2.6.2.2 *Unión del conector*

La unión de las piezas que conforman el conector, se materializará mediante un amarre en alambre galvanizado SAE 1015, de un calibre determinado tal, que sea capaz de resistir las solicitaciones máximas calculadas para el conector en dicho punto. En base a esto, se determinará el calibre mínimo para el amarre. En Tabla 2-1 Características Alambre Galvanizado por Calibre, se presenta diámetro y resistencia a la tracción del alambre galvanizado.

Calibre	Diámetro [mm]	Resistencia a la tracción [kgf]
<b>10</b>	3,40	354,1
<b>11</b>	3,05	284,9
<b>12</b>	2,77	235,0
<b>13</b>	2,41	177,9
<b>14</b>	2,11	136,4
<b>15</b>	1,83	102,6
<b>16</b>	1,65	83,4
<b>18</b>	1,24	47,1

**Tabla 2-1 Características Alambre Galvanizado por Calibre**

Fuente: Ficha Técnica Alambre Galvanizado COVAL [13]

# CAPÍTULO 3 ACCIONES DE DISEÑO

## 3.1 Fuerzas que Actúan Sobre los Moldajes

Los moldajes deben ser diseñados para soportar todas las cargas que pudiesen presentarse durante el período en que el hormigón no es capaz de autosustentarse. Las principales cargas que actúan en este período son:

### 3.1.1 Peso del hormigón fresco y la armadura

Por lo general, se considera que la densidad del hormigón armado es de  $2,5 \text{ T/m}^3$ , valor que en la práctica resulta variable, dado que depende directamente de la dosificación empleada y la cantidad de armadura que se use.

### 3.1.2 Peso propio de los moldajes

El peso propio de los moldajes tradicionales, varía entre  $25 \text{ kg/m}^2$  y  $120 \text{ kg/m}^2$ , según el material que se use para su construcción. Una de las grandes ventajas que poseen los moldajes ICF es el bajo peso, dado que su estructura de poliestireno expandido permite brindar un excelente soporte con un muy bajo peso, lo que lo vuelve muy atractivo debido a su manejabilidad, sin mencionar las mejoras en su transportabilidad y seguridad.

### 3.1.3 Sobrecargas producidas durante el hormigonado

En general, durante el hormigonado se producen diversas solicitaciones sobre los moldajes, debido al empleo de equipos y el tránsito de trabajadores sobre el moldaje previamente montado. Éstas deben clasificarse como sobrecargas, adoptando magnitudes acordes a las fuerzas que pudiesen originar. En particular, en el caso de este estudio, estas sobrecargas no son aplicables, debido a que se considera que sólo se trabaja por sobre los moldajes una vez que el hormigón ha adquirido la suficiente resistencia para soportar todas las cargas.

### 3.1.4 Presión lateral ejercida por el hormigón fresco

El hormigón fresco recién colocado ejerce una presión lateral sobre las paredes verticales de los moldajes, semejante a la que ejercería un líquido de igual densidad. A medida que el hormigón fragua, esta presión disminuye hasta desaparecer en el instante en que el hormigón adquiere la capacidad de autosustentarse.

La presión horizontal ejercida por el hormigón está directamente relacionada a una serie de factores que dependen de las propiedades del hormigón, forma de colocación, factores climáticos, aditivos utilizados y todo elemento externo que afecte el comportamiento normal del hormigón, según se describe a continuación.

### ***3.1.4.1 Peso del hormigón***

El peso del hormigón incide directamente en la presión interna del moldaje, dado que la presión en cualquier punto de un fluido (el hormigón fresco actúa como un fluido en las etapas previas al fraguado) es directamente proporcional al peso de la columna de fluido sobre dicho punto. En el caso del hormigón, la presión es algo menor que la presión que ejercería un líquido con la misma densidad, y va disminuyendo a medida que el mismo se vuelve autosustentable.

### ***3.1.4.2 Velocidad de vaciado del hormigón***

El hormigón pasa por tres estados durante el proceso de hormigonado: el hormigón fresco, que posee cierto grado de fricción interna; el hormigón que está fraguando, que alcanza determinada cohesión, pero que al ser vibrado vuelve a su estado plástico; y el hormigón fraguado que se vuelve autosustentable, eliminando la presión sobre el moldaje. Es por esto, que la presión sobre el moldaje estará dada por la altura de hormigón que aún no llegue al punto de fraguado completo. Esta altura depende de la velocidad de fraguado del hormigón y la velocidad de vaciado del hormigón en el moldaje.

### ***3.1.4.3 Altura de hormigonado***

La presión en cualquier punto de la pared del moldaje es directamente proporcional a la altura de hormigón sobre dicho punto, con un valor máximo que disminuye a medida que el hormigón va fraguando. La altura del hormigón guarda una relación muy cercana con la velocidad de llenado, dado que si la velocidad de llenado es mayor a la velocidad de fraguado, la presión sobre la pared del moldaje corresponde a la ejercida por la altura total de hormigón. De lo contrario, a la altura total se le resta la altura de hormigón fraguado.

### ***3.1.4.4 Temperatura del hormigón***

El inicio y término de fraguado dependen de la temperatura del hormigón, por lo que la presión máxima está directamente relacionada con este factor. Las bajas temperaturas

retrasan el fraguado, y por tanto aumentan la presión del hormigón sobre la pared del moldaje. Al contrario, las altas temperaturas aceleran el comienzo y término del fraguado, por lo que disminuyen la presión del hormigón sobre la pared del moldaje.

#### ***3.1.4.5 Dosificación del hormigón***

Un hormigón que posee una alta cantidad de cemento en comparación a la cantidad de áridos, está más cerca del estado líquido que un hormigón pobre. Así mismo, un hormigón con una alta dosificación de cemento permanecerá más tiempo en estado líquido que un hormigón pobre.

#### ***3.1.4.6 Consistencia del hormigón***

Se ha determinado experimentalmente que, si se mantienen todas las propiedades anteriores constantes, un hormigón con mayor asentamiento (medida de consistencia, a mayor asentamiento menor consistencia), produce mayor presión sobre la pared del moldaje que un hormigón con menor asentamiento, dado que su comportamiento es más cercano al de un fluido.

#### ***3.1.4.7 Método de compactación del hormigón***

Para lograr que el hormigón se acomode correctamente dentro del moldaje existen varias técnicas de compactación, que pueden clasificarse en manuales y mecánicas. La compactación manual tiene baja influencia en el aumento de presión de las paredes del moldaje, no así la compactación mecánica, la cual puede realizarse con vibradores manuales o externos. Los vibradores manuales aumentan la presión del hormigón entre un 10% y un 20%. Si se utilizan vibradores externos o el hormigón es re-vibrado, la presión en las paredes del moldaje es aún mayor, lo cual debe ser considerado en el diseño. Cabe destacar que el aumento de presión es directamente proporcional a la profundidad de vibrado y la potencia del vibrador [14].

#### ***3.1.4.8 Efecto de la caída libre del hormigón***

A raíz de la caída del hormigón desde el punto en que se vierte hasta el fondo del moldaje, o sobre el hormigón ya colocado, se produce un incremento de presión debido al impacto de la masa hormigón. Si se aumenta la velocidad de llenado, la presión debido al impacto aumentará proporcionalmente, llegando a alcanzar valores significativos.

#### ***3.1.4.9 Uso de aditivos***

Al utilizar aditivos que alteran las propiedades normales del hormigón, se altera también el proceso normal de fraguado, y por tanto las presiones sobre el moldaje. Por ejemplo, al utilizar retardadores de fraguado, disminuye la velocidad de fraguado y, por tanto, aumenta la altura de hormigón no fraguado, y con esto la presión sobre las paredes y el fondo del moldaje. Por el contrario, al utilizar aceleradores de fraguado se disminuye la altura de hormigón no fraguado y se disminuye la presión máxima que tendría el hormigón sin aditivos. Al utilizar aditivos plastificantes se aumenta la trabajabilidad del hormigón, permitiendo incluso prescindir del vibrado, logrando así disminuir notablemente la sobrepresiones a las que son sometidas las paredes del moldaje por el proceso de vibración.

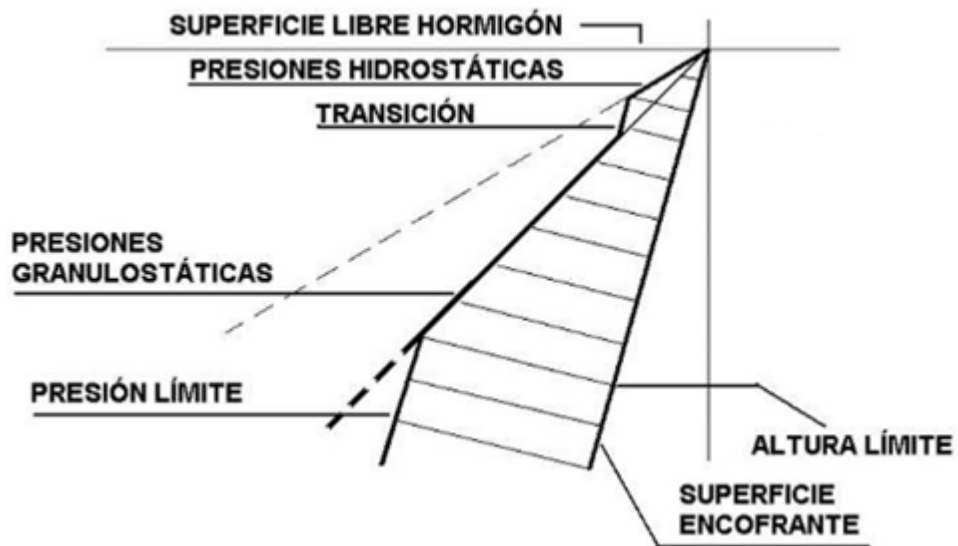
#### **3.1.5 Fuerzas eventuales, tales como, vientos, sismos u otras**

Para el diseño se deben adoptar valores que consideren las posibles combinaciones de dichas sollicitaciones eventuales para cada elemento de la estructura, según los procedimientos de diseño considerados en las normativas nacionales vigentes. Estas consideraciones toman vital importancia en zonas extremas, como el sur de nuestro país donde los fuertes vientos condicionan la estructura.

### 3.2 Geometría de la Envolvente

*“El peso y la presión del hormigón fresco son los principales factores que condicionan el empuje sobre los encofrados, por encima de los efectos del peso propio, el viento, la nieve o la sobrecarga de uso. Por ello, la determinación de las sollicitaciones del hormigón antes de su endurecimiento requiere entender los factores básicos que permiten cuantificar, aunque sea de forma aproximada, estas acciones. La determinación del empuje del hormigón fresco en el caso del empuje horizontal sobre un encofrado se puede realizar suponiendo que el hormigón fresco se encuentra en estado fluido. Sin embargo, este tipo de cálculo hidrostático sobreestima la presión, especialmente para alturas superiores a 3 m. Las evidencias empíricas muestran que la presión hidrostática se bloquea a partir de cierta profundidad, lo cual permite ajustar mejor el cálculo del empuje. Al igual que ocurre con los áridos sin cohesión (arena, grava, etc.), al verterse el hormigón fresco sobre un plano horizontal, éste adoptará una forma de cono de revolución con un ángulo de talud natural o ángulo de rozamiento interno. Si se trunca dicho cono con un encofrado, las paredes se ven sometidas a lo que se denomina presión granulostática. Si se anula dicho ángulo de rozamiento interno mediante el proceso del vibrado del hormigón, éste se comporta paulatinamente como un fluido imperfecto, ejerciendo una presión distinta que se denominará presión hidrostática. Entre una capa ya vibrada, que ha recuperado su ángulo de rozamiento interno, y que ejerce una presión sobre las paredes de tipo granulostática, y la siguiente capa que está en proceso de vibración, y por tanto con presión hidrostática, debe existir una zona de transición para que se mantenga la continuidad de las leyes de presiones” [15].*

*“El progresivo endurecimiento del hormigón provoca que se dejen paulatinamente de ejercer presiones sobre el encofrado. Por tanto, existe cierta profundidad límite por debajo de la cual el hormigón ya ha fraguado, manteniéndose la presión constante en el valor máximo alcanzado durante el proceso de hormigonado. Ello implica la limitación del crecimiento indefinido de las presiones del hormigón con la profundidad” [15].*



**Figura 3-1 Geometría de la Envolvente de Hormigón Fresco**

Fuente: Empuje del hormigón fresco, Martín Palanca, 1982 [16]

Otra restricción es la cuasi-constancia de las presiones a partir de una nueva profundidad límite por el llamado “efecto silo”, aparición de fuerzas de fricción tangenciales a la pared debido al rozamiento de las partículas que integran el hormigón fresco y la superficie encofrante, al hormigonar elementos de espesores reducidos en relación con su dimensión vertical. Este efecto es muy habitual en encofrados de pilares y muros de poco espesor.

Cabe destacar que el espesor de pared a llenar no tiene influencia en la presión del hormigón, pero sí la velocidad de llenado vertical, por tanto, en paredes delgadas se tendrán mayores presiones. Por lo cual, es prioritario limitar la velocidad de llenado del hormigón y/o reforzar el encofrado.

### **3.3 Análisis Comparativo de Modelos de Empuje de Hormigón Fresco Sobre Moldajes**

#### **3.3.1 General**

Para representar las presiones máximas que ejerce el hormigón sobre los moldajes es posible seguir varios caminos. Por un lado está la posibilidad de considerar el comportamiento similar al de un fluido que presenta el hormigón, y utilizar las fórmulas generales de presión hidrostática para aproximar valores reales de presiones ejercidas sobre las paredes de los moldajes. Por otro lado, también es posible emular el comportamiento del hormigón fresco al de una cuña de suelo, obteniendo así las presiones máximas de las fórmulas de empuje de mecánica de suelos [17].

Sin embargo, siempre resulta atractivo utilizar formulaciones empíricas, debido a que éstas modelan el comportamiento del fenómeno en función de variables observadas. Es por esto, que el presente estudio utilizará expresiones de este tipo, seleccionadas de un grupo de fórmulas que basa sus resultados en modelos empíricos propuestos por diferentes normativas internacionales vigentes actualmente en varios países, las cuales cuentan con el respaldo de estudios realizados en diferentes universidades y comités especializados de cada país.

La presente investigación, seleccionará entre el siguiente grupo de normativas internacionales la expresión a utilizar para representar el empuje lateral del hormigón fresco sobre las paredes del moldaje:

- ACI Committee 347, Estados Unidos [18].
- Gardner, Canadá [14].
- DIN 18218, Alemania [19].
- CIRIA report 108, Reino Unido [20].

Si bien todos los modelos a evaluar describen el empuje del hormigón fresco, algunos modelos son más complejos que otros, incluyendo mayor cantidad de variables.

Con el fin de cotejar los modelos antes mencionados, se eligieron dos características presentes en todos los modelos investigados, los que a juicio de la investigación resultaron los más relevantes, para en función de éstos, realizar un análisis comparativo.

Revisando los modelos se determinó que los parámetros de mayor relevancia son la velocidad de vaciado ( $V$  en m/h) y la temperatura del hormigón ( $T$  en °C). Si bien cada modelo pone énfasis en distintos parámetros, todos ellos contemplan como mínimo estas dos características. Por este motivo, se modelará los resultados en función de estas dos variables, mientras que las demás características del fenómeno se mantendrán constantes y conocidas. Utilizar esta metodología permitirá comparar los resultados que presente cada modelo.

A continuación, se presentan las características del elemento a evaluar en los distintos modelos antes mencionados:

### **1. Geometría del moldaje a hormigonar**

*A.1.* H: Altura total 1,0 a 3,0 m

### **2. Características del hormigón:**

*B.1.*  $w$ : peso específico 25 KN/m<sup>3</sup>

*B.2.* A: Asentamiento (cono) 7 cm

*B.3.* T: Temperatura variable °C

*B.4.* Aditivos: Sin aditivos.

### **3. Características del vaciado:**

*C.1.* V: Velocidad de vaciado variable m/h

*C.2.* Hv: Altura de Vaciado del Hormigón igual a H

### **4. Características del vibrado:**

*D.1.* Tipo de vibrado: Mecánico

*D.2.* Profundidad de vibrado: Máximo 1,2 m

*D.3.* Potencia del vibrador: 700 hp

*D.4.* Diámetro máximo de la aguja o botella: 7 cm

### **5. Consideraciones:**

*E.1.* El vibrador no se utilizará para desplazar el hormigón.

*E.2.* El hormigón no será re-vibrado.

Se presentará la forma y variables de cada modelo, para posteriormente ser evaluado en base a las características antes mencionadas, graficando la presión lateral de hormigón fresco propuesta por cada uno en función de la temperatura de hormigonado y velocidad de vaciado.

Se analizarán las consideraciones y número de variables propuestos por cada uno, además de la sensibilidad de cada modelo a las variaciones de estos parámetros.

En función de los resultados de estas evaluaciones, se determinará cuál de los modelos estudiados será utilizado por la presente investigación para caracterizar la presión lateral del hormigón fresco.

A continuación, se presenta el desarrollo de los modelos antes mencionados.

### 3.3.2 ACI 347-4 [18]

La normativa norteamericana, American Concrete Institute, en adelante ACI 347-04, en la “Guía de Encofrado para Concreto” propuso que el diagrama de presión lateral se asuma de forma trapezoidal, presumiendo que el diagrama es una distribución triangular. ACI 347-04 consideró entre sus variables, la velocidad de vaciado, la densidad del hormigón, la concentración del agregado grueso, el tamaño nominal del agregado, la temperatura del concreto, la uniformidad y permeabilidad del material del encofrado, tamaño y forma del encofrado, método de consolidación, la presión de agua de poro, el contenido y tipo de cemento, así como también la profundidad de la colocación del hormigón, o altura de hormigonado. Modelo que basó sus fórmulas en el trabajo de Gardner y presenta la forma que se presentará a continuación.

La presión máxima se determina a partir de las Ecuaciones 4.1a y 4.1b en las cuales se emplean dos coeficientes de corrección, referidos al peso específico de la mezcla ( $C_w$ ) y a la composición química y aditivos empleados en la misma ( $C_c$ ).

Tipo de hormigón o mezcla	Cc
tipo I y III sin aditivos*	1,0
tipo I y III con aditivos*	1,2
Otros tipos de mezclas que contengan menos del 70% de escorias o 40% de cenizas sin aditivos*	1,2
Otros tipos de mezclas que contengan menos del 70% de escorias o 40% de cenizas con aditivos*	1,4
Mezclas que contengan más de un 70% de escorias o 40% de cenizas	1,4

\*Aditivos incluye cualquier mezcla que modifique el normal fraguado del hormigón.

**Tabla 3-1 ACI Committe 347, Coeficiente de corrección por composición química y aditivos de la mezcla (Cc)**

Peso del hormigón " $\gamma$ " [kN/m <sup>3</sup> ]	Cw
$\gamma < 22,5$	$0,5 \left[ 1 + \frac{\gamma}{23,2} \right] > 0,8$
$22,5 < \gamma < 24$	1
$24 < \gamma$	$\frac{\gamma}{23,2}$

**Tabla 3-2 ACI Committe 347, coeficiente de corrección por pero especifico de la mezcla (Cw)**

Para muros construidos con una velocidad de vaciado (V) entre los 2,1 m/h y 4,5 m/h:

$$Pm = 30C_w C_c < C_w C_c \left[ 7,2 + \left( \frac{1156}{17,8 + T} \right) + \left( \frac{224 V}{17,8 + T} \right) \right] < 100C_w C_c < \gamma H \quad (Eq. 4.1a)$$

Para muros construidos con una velocidad de vaciado (V) < 2,1 m/h:

$$Pm = 30C_w C_c < C_w C_c \left[ 7,2 + \left( \frac{758 V}{17,8 + T} \right) \right] < 150C_w C_c < \gamma H \quad (Eq. 4.1b)$$

Con el fin de aplicar estas fórmulas, se definen muros con al menos un plano de dimensión mayor a 2,0 m.

Donde:

Pm: Presión máxima en la pared del moldaje [kN/m<sup>2</sup>]

H: Altura total de hormigón [m]

T: Temperatura del hormigón [°C]

V: Velocidad de vaciado [m/h]

$\gamma$ : Peso específico del hormigón [kN/m<sup>3</sup>]

Cabe destacar, que se verifica que las presiones desarrolladas por el modelo en ningún caso sean mayores a la presión hidrostática ( $\gamma H$ ). Además, se recomienda usar un límite inferior de 4.800 kg/m<sup>2</sup>, excepto para bajas velocidades de hormigonado ( $V < 2,1$  m/h).

Dichas ecuaciones suponen las siguientes condiciones:

- El asentamiento del cono es menor a 10 cm
- El vibrador se usa para compactar el hormigón y no para desplazarlo
- No se revibra el hormigón ni se vibra exteriormente
- La profundidad de vibrado es menor a 1,22 m
- La altura máxima de vaciado es de 5,5 m

Evaluando las fórmulas para el caso presentado, sin tomar en cuenta la recomendación de utilizar un mínimo de 4.800 kg/m<sup>2</sup>, ya que las velocidades evaluadas se consideran bajas, se obtienen los resultados presentados en Figura 3-2, Figura 3-3 y Figura 3-4, para diferentes alturas de hormigón en m (H), velocidades de vaciado en m/s (V) y temperaturas en °C (T). En ANEXO I, sección I-1 ACI 347-4 se presentan tablas con detalle.

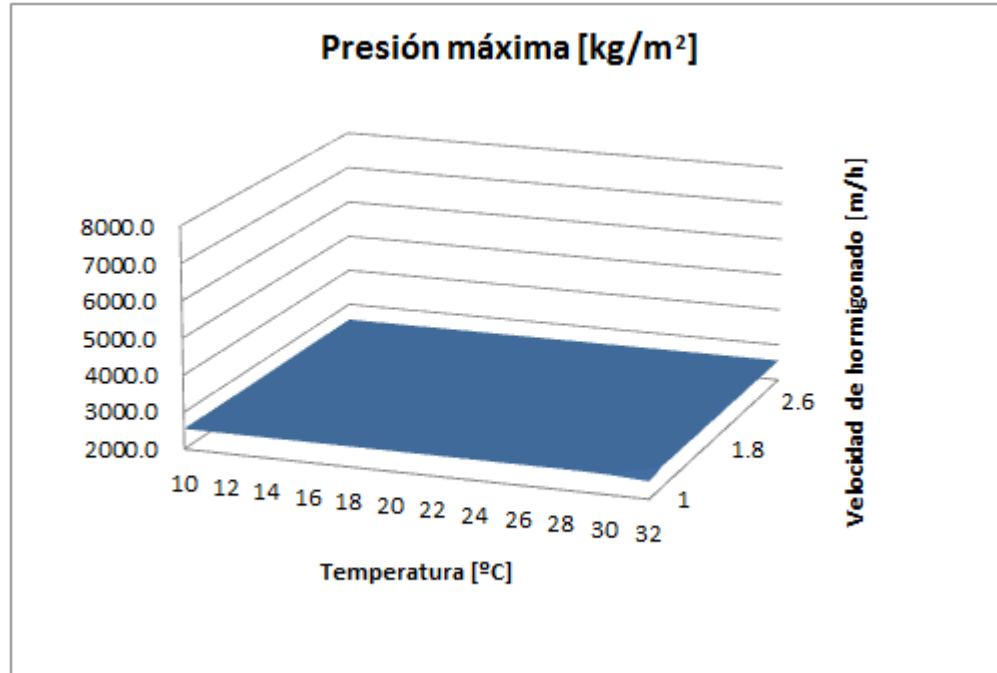


Figura 3-2 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m)

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se desprende que, para bajas alturas de hormigón, la presión máxima se ve limitada por la presión hidrostática,  $2.551 \text{ kg/m}^2$  para todas las temperaturas y velocidades.

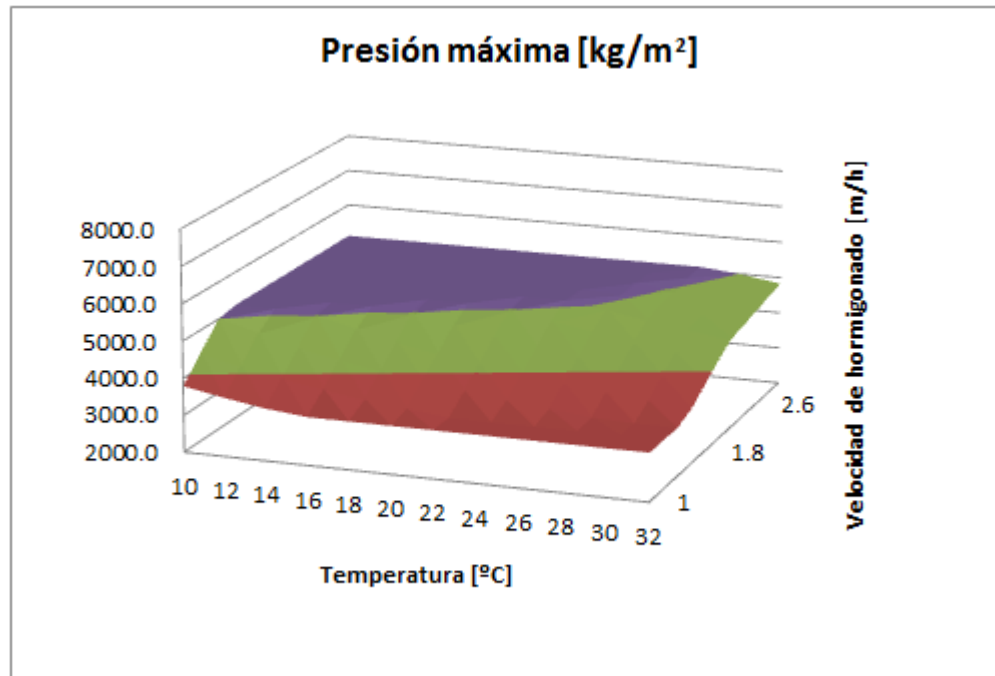
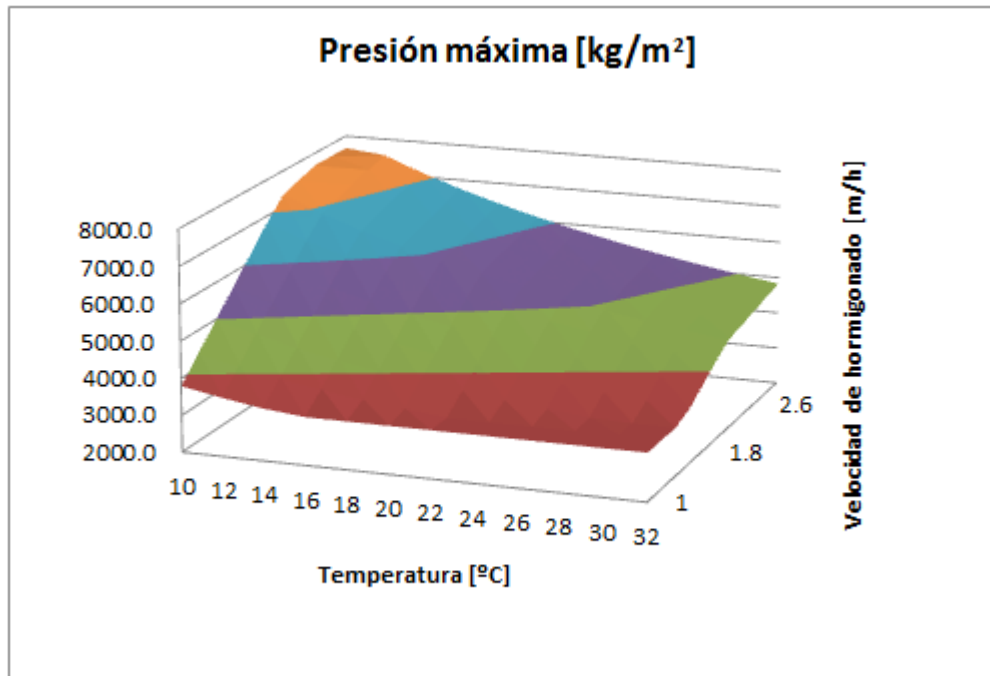


Figura 3-3 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas obtenidos, se desprende que para alturas de hormigón por sobre 1,0 m, el modelo entrega valores menores al máximo hidrostático, generando una superficie curva, que aún se ve limitado por la presión hidrostática para alguno de sus valores de mayor velocidad de vaciado a menor temperatura. Para valores por sobre los 1,3 m de altura de hormigón, la presión hidrostática comienza a superar la presión mínima impuesta por el modelo, comenzando a generar la superficie curva representativa, limitada por la presión mínima para los valores de menor velocidad de vaciado y mayor temperatura.



**Figura 3-4 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m)**

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas obtenidos, se concluye que, para alturas de hormigón entre 2,0 y 3,0 m el modelo entrega una variada gama de valores que, se ven limitados en ambos extremos por los valores mínimos y máximos que permite el modelo. Para este rango de valores se observan diferencias notorias en los valores de presiones, dependiendo de la velocidad y temperatura a la que se realiza el hormigonado.

Analizando la forma del modelo, es posible notar que, si bien no depende directamente de la altura de hormigón, esta variable influye directamente en la presión máxima permitida, limitando los valores de presión entregados. Esto explica que el modelo mantenga sus valores a distintos rangos de alturas de hormigón, velocidades de hormigonado y temperatura, dado que las ecuaciones utilizadas modelan el comportamiento de la presión máxima de hormigón empíricamente, apuntando a ecuaciones funcionales que permitan evaluar las presiones máximas en distintos escenarios de una manera práctica, que apunta a ser una herramienta de diseño.

### 3.3.3 Modelo de Gardner [14]

Gardner, realizó un trabajo experimental con el fin de determinar la máxima presión lateral que experimentan los moldajes durante la faena de hormigonado.

El autor, realizó ensayos en moldajes de 4.6 m de alto, 0.91 m de ancho y 0.28 m de espesor, colocando sensores de presión a diferentes alturas, y determinó las presiones máximas desarrolladas por el conjunto. El modelo propuesto, incluye variables como profundidad de vibración, la potencia de vibrado, la velocidad de vaciado, la temperatura, las dimensiones del moldaje y densidad del hormigón.

Para el diseño de moldajes se consideró la envolvente de presión, presentando la siguiente ecuación:

$$Pm = \left( 24 h + 30,6 \frac{HP}{d} + \frac{d}{40} + 40,8 \frac{V^{0,5}}{18 + T} + \frac{A - 7,6}{10} \right) 1000 \quad (Eq. 4.2)$$

Para:  $d < 100$  [cm] y  $Pm < 2400 H$

Donde:

$Pm$ : Presión máxima en la pared del moldaje [kN/m<sup>2</sup>]

$h$ : Profundidad a la que se introduce el vibrador [m]

$d$ : Dimensión mínima del elemento a hormigonar [mm]

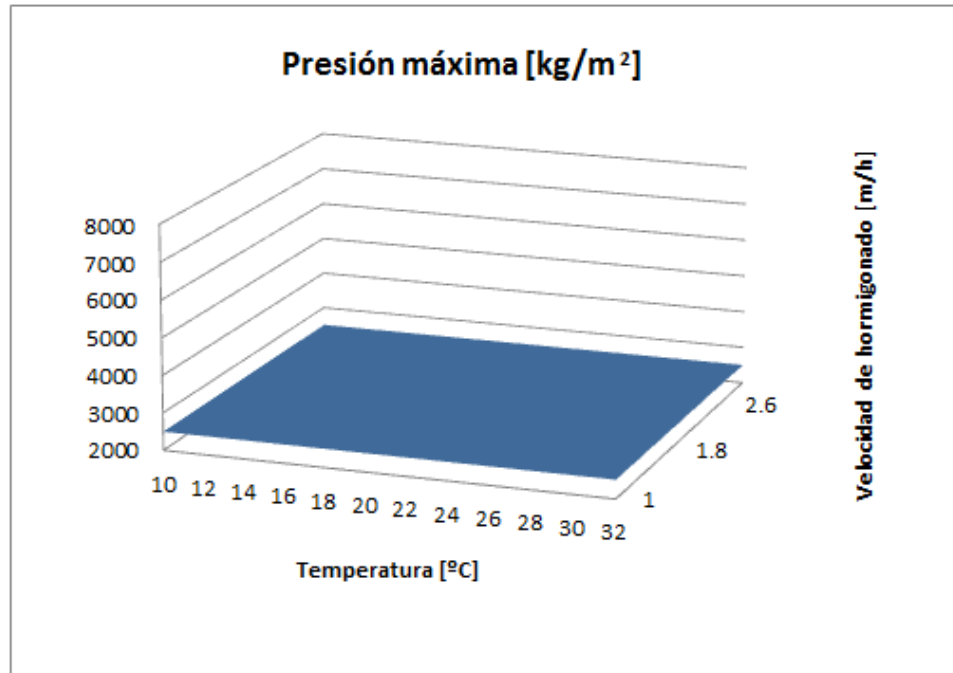
$HP$ : Potencia del vibrador [HP]

$V$ : Velocidad de vaciado del hormigón [m/h]

$T$ : Temperatura del hormigón [°C]

$A$ : Asentamiento del hormigón [mm]

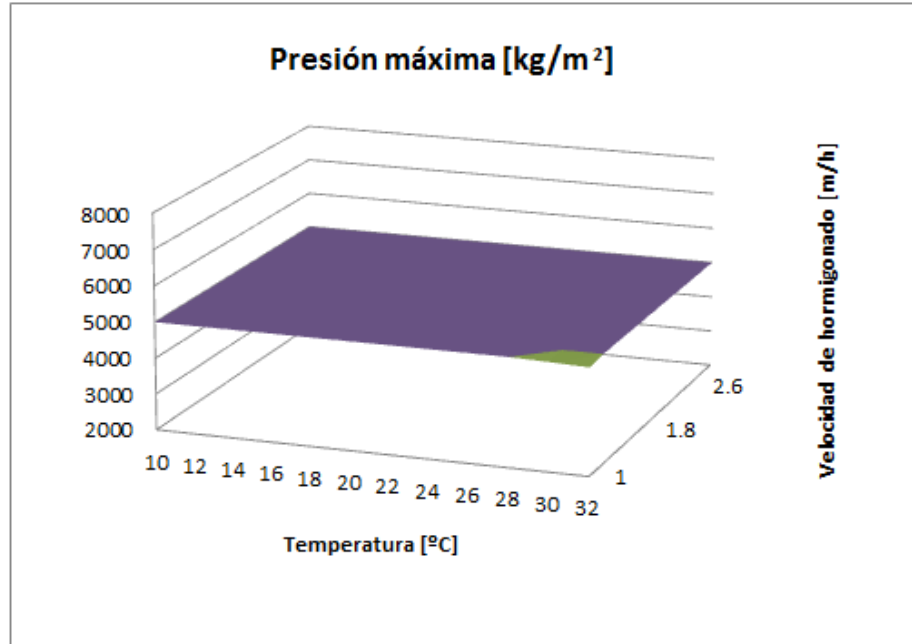
Evalutando las fórmulas para el caso presentado, se obtienen los resultados presentados en Figura 3-5, Figura 3-6 y Figura 3-7, para diferentes alturas de hormigón en m ( $H$ ), velocidades de vaciado en m/s ( $V$ ) y temperaturas en °C ( $T$ ). En ANEXO I, Sección I-2 Modelo de Gardner se presentan tablas con detalle.



**Figura 3-5 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m)**

Fuente: Elaboración Propia

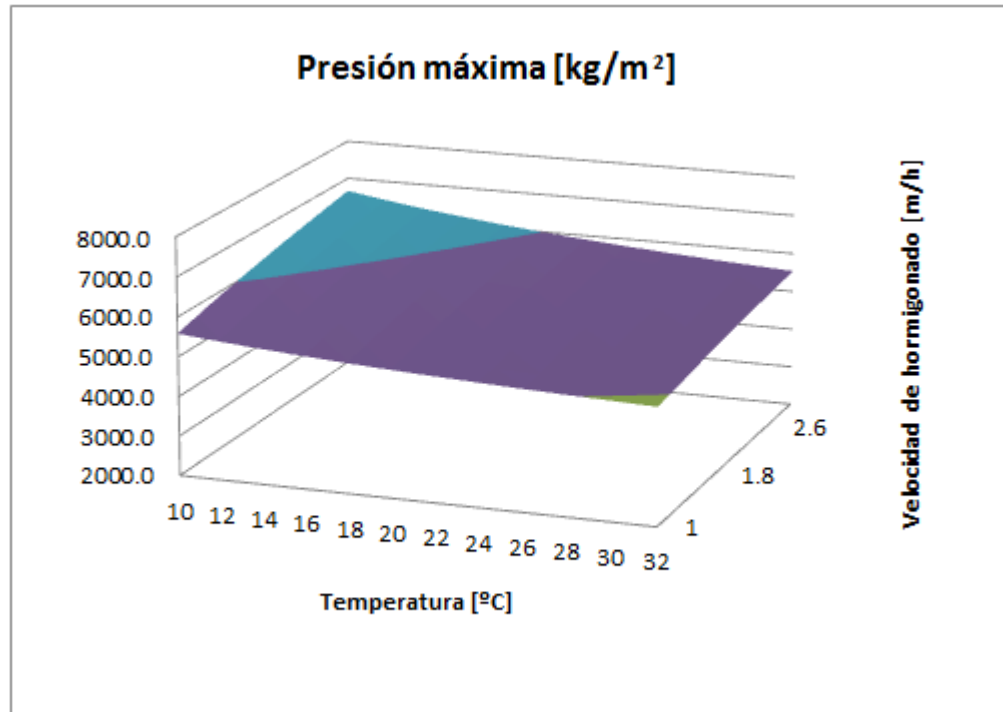
Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se obtiene que, para bajas alturas de hormigón, la presión máxima se ve limitada por la presión hidrostática, arrojando el mismo valor para todas las temperaturas y velocidades.



**Figura 3-6 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)**

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se concluye que, para alturas de hormigón hasta 2,0 m, la presión máxima se ve limitada por la presión hidrostática, arrojando el mismo valor para todas las temperaturas y velocidades. Cabe destacar, que, a esta altura de hormigón, el modelo comienza a entregar valores sólo para altas temperaturas y baja velocidad de vaciado.



**Figura 3-7 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m)**

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se obtiene que, por sobre el nivel de los 2,0 m el modelo deja de depender del máximo hidrostático, entregando diferentes valores de presión máxima para toda la gama de velocidades y alturas de hormigonado estudiadas.

Analizando la forma del modelo, es posible notar que, si bien no depende directamente de la altura de hormigonado, esta variable influye directamente en el máximo permitido, limitando los valores de presión entregados por el modelo.

En general, se observa que, a menor temperatura mayor es la variación de presión máxima, y que, a mayor velocidad de vaciado, esta variación es menor al aumentar la temperatura.

Cabe destacar, que las fórmulas deducidas se basan en resultados obtenidos en laboratorio, donde se utilizaron paredes forradas en polietileno y el control de procesos como compactación y velocidad de llenado es total, por lo que los resultados experimentales presentados fueron considerados conservadores, dando un límite superior

sobre los resultados experimentales con una certeza del 95%. Por otro lado, el ACI establece que el asentamiento, tamaño del agregado y razón agua-cemento tienen una importancia relativa mínima cuando el hormigón es vibrado mecánicamente. Lo que difiere con los resultados presentados por Gardner.

### 3.3.4 Din 18218 [19]

La Normativa DIN-18218 “Frishbeton auf lotrechte pressure of concrete on vertical formwork”, considera una envolvente bilineal inicialmente con una ley de empujes hidrostática hasta un valor de presión máxima ( $P_m$ ), desde la cual propone que una ley es constante con dicha presión hasta la base.

La presión máxima se determina a partir de las ecuaciones 4.3a, 4.3b, 4.3c y 4.3d, dependiendo del tipo de hormigón, en las cuales se emplean dos coeficientes de corrección, referidos al peso específico de la mezcla y a la composición química y aditivos empleados en la misma.

Presentando las siguientes ecuaciones:

$$P_m = 5 R + 21 \quad \text{Hormigón Rígido o seco} \quad (\text{Eq. 4.3a})$$

$$P_m = 10 R + 19 \quad \text{Hormigón plástico} \quad (\text{Eq. 4.3b})$$

$$P_m = 14 R + 18 \quad \text{Hormigón blando} \quad (\text{Eq. 4.3c})$$

$$P_m = 17 R + 17 \quad \text{Hormigón líquido} \quad (\text{Eq. 4.3d})$$

Dónde:

$P_m$ : Presión máxima en la pared del moldaje [kPa]

$R$ : Velocidad máxima de llenado en [m/h]

Las ecuaciones presentadas suponen las siguientes condiciones:

Temperatura del hormigón 15°C, de lo contrario para adaptarse a temperaturas variables del hormigón, se recomienda disminuir la presión restrictiva (desarrollado para el hormigón en 15 °C) en 3 % para cada grado encima de 15 °C, y aumentarlo en un 3 % para cada grado debajo de 15 °C sin sobrepasar el 30 %.

Evaluando las fórmulas para el caso presentado, utilizando la combinación para hormigón líquido se obtienen los resultados presentados en Figura 3-7, para toda altura de hormigón en m (H), velocidades de vaciado en m/s (V) y temperaturas en °C (T). En ANEXO I, Sección I-3 Din 18218 se presentan tablas con detalle.

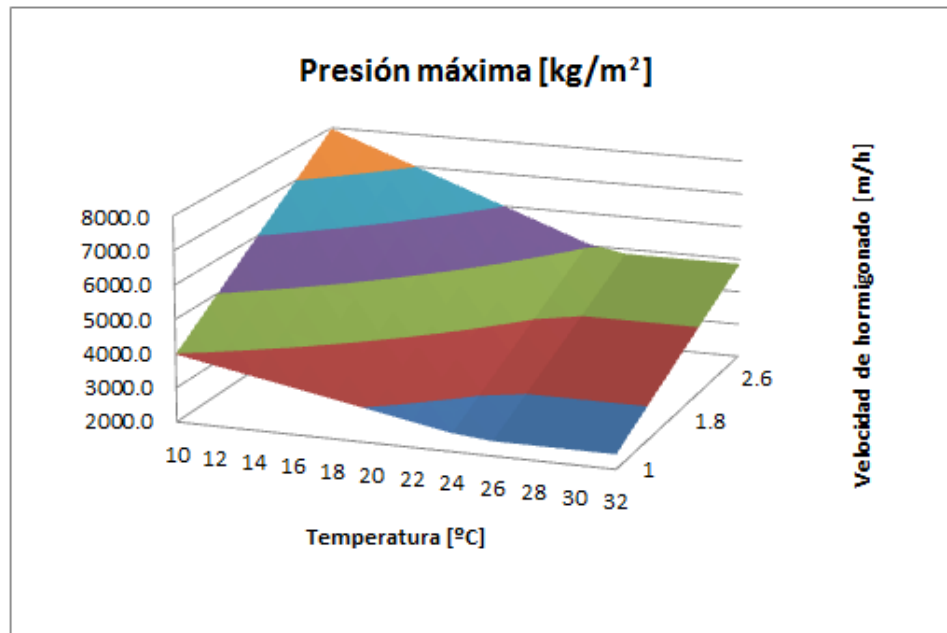


Figura 3-8 DIN18218, Presión máxima de hormigón fresco

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la forma del modelo, es posible notar que no depende de ningún modo de la altura de hormigonado, presentando una forma simplificada que depende sólo de tres características, el tipo de hormigón, la velocidad de llenado, y la temperatura, ésta última incorporada mediante un coeficiente de corrección.

Se observa que, a menor temperatura, mayor es la variación de presión máxima, y que, a mayor velocidad de vaciado, mayor es la disminución de presión al aumentar la temperatura. En general, se observan variaciones que conservan la tendencia lineal, notándose un claro quiebre a los 25 °C, temperatura a la cual deja de regir la adaptación por temperatura que propone el método, manteniendo constante la variación de presión máxima en función de la temperatura a partir de este punto.

**3.3.5 CIRIA report 108 [20]**

The Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), patrocinó una investigación a gran escala, llevada a cabo por la Asociación de Cemento y Concreto del Reino Unido, la cual fue publicada en 1985. El estudio propuso un método de diseño de presión lateral, que incluyó las variables, velocidad de llenado, temperatura del hormigón, densidad del hormigón, materiales constituyentes del hormigón, peso unitario del hormigón, dimensiones y forma del moldaje y continuidad de vibración.

Para la formulación de la ecuación, se consideró que la envolvente de presión lateral es hidrostática hasta un valor máximo (Pmax) limitado por el inicio de fraguado del concreto y los efectos de arqueo. Presentando la siguiente ecuación general:

$$Pm = \left[ C_1\sqrt{R} + C_2K\sqrt{H_1 - C_1\sqrt{R}} \right] \gamma \quad (Eq. 4.4)$$

Donde:

Pm: Presión máxima en la pared del moldaje en [kPa]

C1: Coeficiente que depende del tamaño y forma del moldaje

C2: Coeficiente que depende de la composición del hormigón

$\gamma$ : Peso específico del hormigón [kN/m<sup>3</sup>]

H1: Altura vertical de llenado [m]

K: Coeficiente que depende de la temperatura con T en °C,  $\left(\frac{36}{T+16}\right)^2$

R: Velocidad de llenado del hormigón [m/h]

Constantes:

Elemento	C1
Muro	1
Columna	2

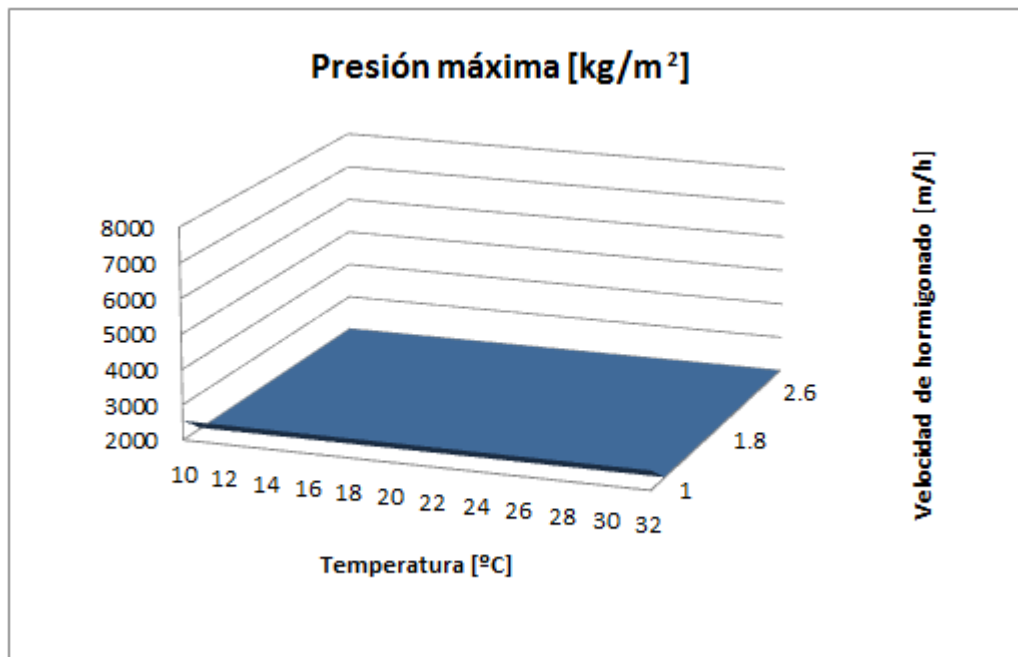
**Tabla 3-3 CIRIA report 108**

**Coeficiente de corrección por tipo de elemento (C1)**

<b>Hormigón</b>	<b>C2</b>
Portland ordinario, Portland de fraguado rápido, Portland resistente al sulfato sin aditivos	<b>0,3</b>
Portland ordinario, Portland de fraguado rápido, Portland resistente al sulfato con cualquier aditivo excepto retardador de fraguado	<b>0,3</b>
Portland ordinario, Portland de fraguado rápido, Portland resistente al sulfato con retardador de fraguado	<b>0,45</b>
Low heart portland de alto horno, Portland de alto horno, Portland con ceniza de combustible o mezclas que contengan menos del 70% de escorias de alto horno o menos del 40% de ceniza de combustible con o sin aditivos excepto retardador de fraguado.	<b>0,45</b>
Low heart portland de alto horno, Portland de alto horno, Portland con ceniza de combustible o mezclas que contengan menos del 70% de escorias de alto horno o menos del 40% de ceniza de combustible con retardador de fraguado.	<b>0,6</b>
Mezclas que contengan más de 70% de escorias de alto horno o más del 40% de ceniza de combustible	<b>0,6</b>

**Tabla 3-4 CIRIA report 108, Coeficiente de corrección por composición química y aditivos de la mezcla (C2)**

Evaluando las fórmulas para el caso presentado, se obtienen los resultados presentados en Figura 3-9, Figura 3-10 y Figura 3-11, para diferentes alturas de hormigón en m (H), velocidades de vaciado en m/s (V) y temperaturas en °C (T). En ANEXO I, sección I-4 CIRIA report 108 se presentan tablas con detalle.



**Figura 3-9 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m)**

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se desprende que, para bajas alturas de hormigonado, la presión máxima recomendada es igual a la hidrostática, arrojando el mismo valor para todas las temperaturas y velocidades. Para valores en que la velocidad de vaciado supera el límite en que  $H1 > C1 R^{1/2}$ , la formula se indefine por lo que el modelo no entrega resultados para ese rango de valores.

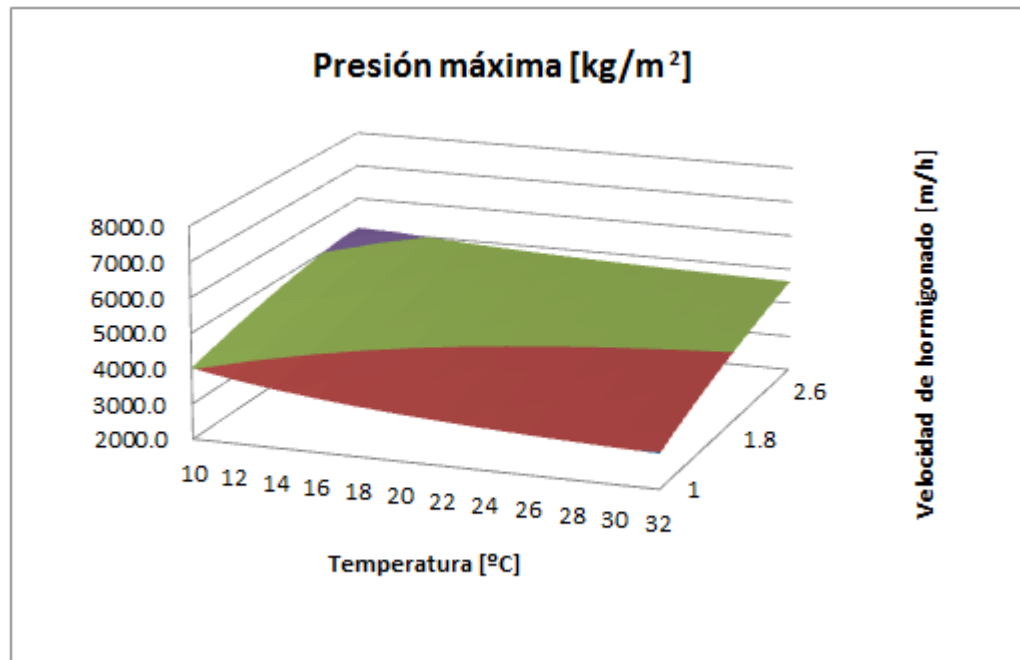
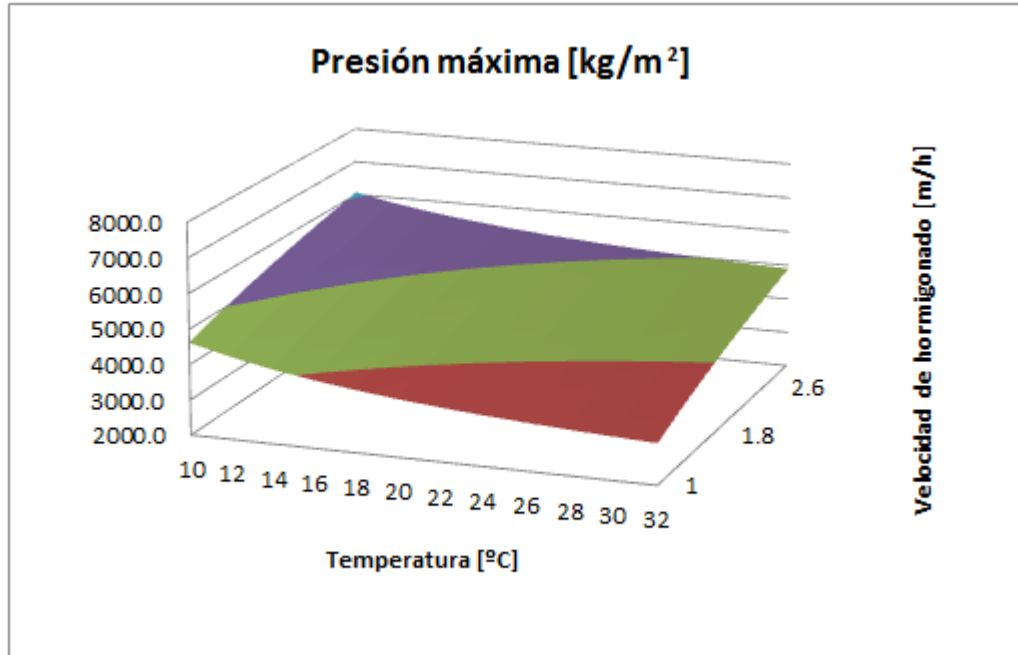


Figura 3-10 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de los valores de presiones máximas entregados por el modelo, se obtiene que, bajo los 1,75 m el modelo no es capaz de entregar valores de presiones máximas para la totalidad del espectro de velocidades estudiados, dado que, para velocidades sobre el límite anteriormente mencionado la fórmula propuesta se indefine.

Cabe destacar, que se observa que la altura de hormigón incide directamente en la forma del modelo, incorporando esta variable en el cuerpo de la fórmula.



**Figura 3-11 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m)**

Fuente: Elaboración Propia

Para el espectro de velocidades que permanece en el rango real, el modelo entrega una variada gama de valores, diferentes para cada Temperatura, Velocidad de Vaciado y Altura de Hormigonado.

En general, se observa que el presente método, a menor temperatura menor es la variación de presión máxima, y que a mayor velocidad de vaciado, menor es la disminución de presión al aumentar la temperatura, conservando la tendencia lineal.

### 3.4 Elección del Modelo

Los diferentes modelos considerados plantean distintas simplificaciones, las cuales se deben principalmente a suposiciones en función de la finalidad a la que apunta cada uno de ellos. Es por esto, que resulta posible apreciar que aquellos destinados a objetivos de investigación, manejan un mayor número de variables, mientras los que son utilizados para normativas, apuntando a ser más prácticos, reducen sus variables al mínimo.

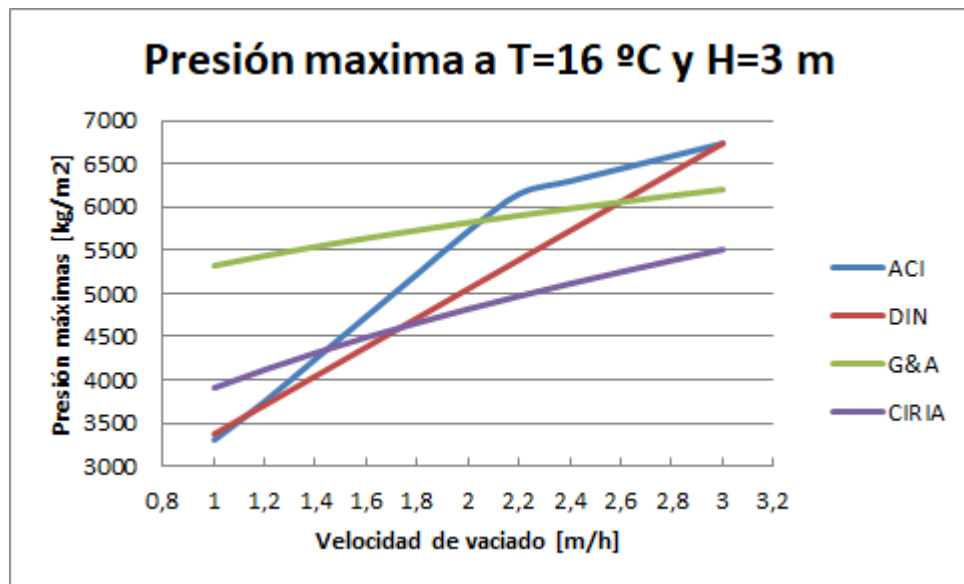
En los cuatro modelos analizados es posible notar determinadas características en común, como la tendencia a disminuir las variables para hacerlos lo más prácticos posible, permaneciendo en todos los parámetros de la temperatura y la velocidad de vaciado.

VARIABLES como la altura de hormigonado, que intuitivamente resultan ser importantes, se omiten en modelos como los que plantea la normativa DIN, que considera inicialmente una ley de empujes hidrostáticos hasta un valor de presión máxima, a partir de cuyo valor la presión es constante.

Otro parámetro que intuitivamente parece importante, es el espesor del elemento a hormigonar, o la separación entre las paredes del moldaje, el cual aparece sólo en el modelo planteado por Gardner. Si bien es necesario considerarlo en el caso que se requiera contener volúmenes mayores de fluido, la importancia de este parámetro se ve reducida en el rango de valores en que se diseñan los espesores de muros de este estudio, en los cuales resultan de mayor influencia otros parámetros, como lo son la potencia del vibrador y la presencia de aditivos. Por otro lado, si bien la mayoría de los modelos cuenta con variables para la aplicación de aditivos, el presente estudio considera mezclas libres de éstos.

Una característica en común que presentan todos los modelos, es la limitante para la presión máxima. Todos coinciden en que ésta, siempre debe ser menor o a lo más igual a la presión hidrostática de un fluido de igual peso específico en el mismo punto.

En cuanto al comportamiento de los cuatro modelos en torno a las variables velocidad de vaciado ( $V$  en m/h) y temperatura de hormigonado ( $T$  en °C), comparativamente los modelos se comportan de manera similar, demostrando la misma tendencia a diferentes valores. Evaluando las fórmulas a una temperatura fija de 16 °C se obtienen los resultados presentados en Figura 3-12, donde se ve reflejado que todos los modelos estudiados tienden a aumentar la presión máxima a medida que se aumenta la velocidad de vaciado del hormigón, que los modelos propuestos por Gardner y la normativa ACI tienden a ser una cota superior y que el modelo presentado por CIRIA tiende a ser una cota inferior.

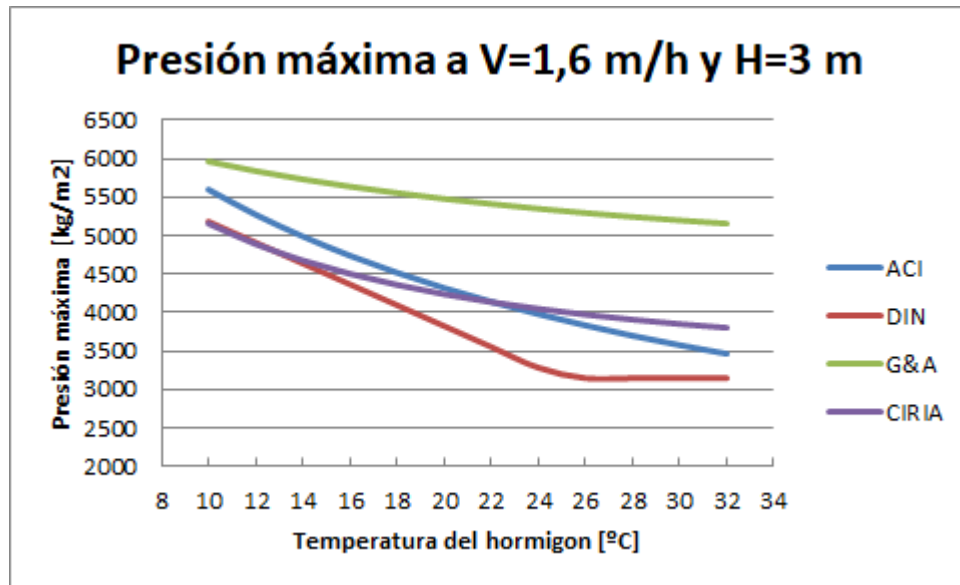


**Figura 3-12 Presión Máxima Comparativa a T=16 °C y H=3 m**

Fuente: Elaboración Propia

Un análisis de sensibilidad para diferentes alturas de hormigonado entre 1,0 m y 3,0 m, confirman lo anteriormente expuesto, evidenciando además la nula sensibilidad del modelo DIN a esta variable.

Evaluando las fórmulas a una velocidad de vaciado fija de 1,6 m/h se obtienen los resultados presentados en Figura 3-13, donde se ve reflejado que todos los modelos estudiados tienden a disminuir la presión máxima a medida que se aumenta la temperatura del hormigón, que el modelo propuesto por Gardner tienden a ser una cota superior mientras que el modelo propuesto por DIN tiende a ser una cota inferior.



**Figura 3-13 Presión Máxima Comparativa a V=1,6 m/h y H=3 m**

Fuente: Elaboración Propia

Un análisis de sensibilidad para diferentes alturas de hormigonado entre 1,0 m y 3,0 m, confirman lo anteriormente expuesto, evidenciando además la nula sensibilidad del modelo DIN a esta variable.

De acuerdo a los resultados del análisis de los cuatro modelos, es posible concluir que las formulaciones propuestas por DIN y CIRIA no cumplen con las características requeridas a efectos del presente estudio. El modelo propuesto por la normativa DIN tiene una forma muy simplificada que depende directamente sólo de la velocidad de vaciado, incorporando la temperatura a través de una aproximación, evidenciando una nula sensibilidad a la altura de hormigonado entregando. Por otro lado, el modelo propuesto por CIRIA, si bien es uno de los modelos más estables en el rango estudiado, tiende a entregar presiones máximas por debajo de los valores entregados por los modelos propuestos por ACI y Gardner. Dado que el presente estudio busca contar con un límite superior, de manera de asegurar el diseño para el peor de los casos, ambos modelos se descartan.

Por otro lado, las formulaciones propuestas por ACI y Gardner cumplen con las características buscadas en el modelo a seleccionar, dado que cuentan con una mayor cantidad de variables, entregando valores mayores a los entregados por los modelos antes mencionados, cumpliendo con la condición de modelar valores que sean un límite superior.

Dado que la normativa ACI está basada en los resultados de las experiencias del modelo de Gardner, y que presenta un modelo más refinado que apunta a la practicidad, resulta más atractivo. Es por este motivo que, en la presente investigación se utilizará la metodología propuesta por **ACI**, para establecer las presiones máximas en las paredes de los moldajes.

# CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE LOS BLOQUES

## 4.1 Generalidades

Con el objeto de evaluar los efectos sobre el estado de esfuerzos, y deformaciones en los elementos que componen los bloques, se realizó un análisis estructural, modelando las reacciones de los elementos sometidos a las solicitaciones de trabajo. Para esto, se generaron diversos modelos de elementos finitos mediante el programa SAP2000, considerando las diferentes alternativas geométricas de los tabiques, distribución de conectores y variaciones de densidad definidas previamente.

Para evaluar los modelos, se trabajó con una estrategia de análisis, la cual consistió en comenzar evaluando una altura de hormigonado menor, con el fin de conocer el comportamiento de la pieza, y en base a este resultado continuar evaluando alternativas que mejoren el rendimiento.

## 4.2 Criterios de Análisis

Previo a generar los modelos, definimos los criterios de análisis, bajo los cuales se revisarán los resultados obtenidos.

### 4.2.1 Resistencia

Este criterio, corresponde al análisis realizado en función de la resistencia desarrollada por los elementos estudiados, donde se revisa que éstas no superen los máximos que puede soportar en función de sus propiedades estructurales.

#### 4.2.1.1 Flexión

Utilizando las fórmulas de Navier, suponiendo un comportamiento lineal, obtenemos las resistencias máximas asociadas a la flexión según las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = \frac{M_i * d_b}{I_i}$$

Despejando:

$$M_i = \frac{\sigma_f * I_i}{d_b}$$

Donde:

$\sigma_f$ : Resistencia a la flexión [kg/m<sup>3</sup>]

$M_i$ : Momento máximo en torno al eje i [kg m/m]

$I_i$ : Segundo momento de Área [m<sup>4</sup>]

$d_b$ : Distancia al centro de gravedad [m]

Evaluando en las secciones estudiadas:

En el eje x:

$$M_x = \frac{\sigma_f \left( \frac{e_t^3 * L_{tot}}{3} \right)}{\left( \frac{e_p}{2} \right)} = \frac{2 * \sigma_f * e_t^2 * L_t}{3}$$

En el eje z:

$$M_z = \frac{\sigma_f \left( \frac{e_t^3 * h_p}{3} \right)}{\left( \frac{e_p}{2} \right)} = \frac{2 * \sigma_f * e_t^2 * h_p}{3}$$

Donde:

$\sigma_f$ : Resistencia a la flexión [kg/m<sup>3</sup>]

$M_i$ : Momento máximo en torno al eje i [kg m/m]

$M_{i\ model}$ : Momento máximo en torno al eje i del modelo [kg m/m]

$L_t$ : Largo total del tabique [m]

$e_p$ : Espesor del tabique [m]

$h_p$ : Altura del Tabique [m]

$C_m$ : Factor de reducción de resistencia para momento (0.65 en hormigón, ACI 318 [21])

$$M_i * C_m > M_{i\ model}$$

#### 4.2.1.2 Corte

Utilizando fórmulas de resistencia de materiales, suponiendo un comportamiento lineal, tenemos:

$$\tau = \frac{V_i * m_i}{I_i * b_i}$$

Despejando:

$$V_i = \frac{\tau * I_i * m_i}{q_i}$$

Donde:

$\tau$ : Resistencia al corte [kgf/m<sup>2</sup>]

$V_i$ : Fuerza de corte eje i [kgf]

$m_i$ : Momento estático en eje i [m<sup>2</sup>]

$I_i$ : Momento de inercia de la sección transversal en eje i [m<sup>4</sup>]

$b_i$ : Base de la sección en eje i [m]

Evaluando en las secciones estudiadas:

$$V_i = \frac{\tau * 2 * e_t * h_p}{3}$$

$$V_i * C_V > V_{i \text{ Modelo}}$$

Donde:

$V_i$ : Fuerza resistente de corte eje i [kgf]

$V_{i \text{ modelo}}$ : Fuerza de corte eje i del modelo [kgf]

$\tau$ : Resistencia al corte [kgf/m<sup>2</sup>]

$e_p$ : Espesor del tabique [m]

$h_p$ : Altura del Tabique [m]

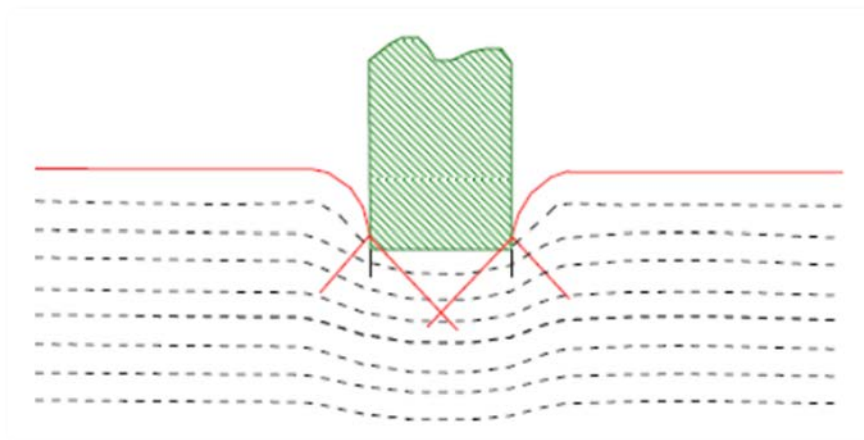
$C_V$ : Factor de reducción de resistencia para corte (0.75 en hormigón, ACI 318 [21])

## 4.2.2 Falla Local

Además de verificar el comportamiento de los bloques, en función del esfuerzo resulta importante revisar sus elementos frente a posibles fallas locales. En concreto, dada la geometría de los bloques, en la zona de contacto del conector con el tabique es representativo un tipo de falla local por carga:

### 4.2.2.1 Falla por Aplastamiento

Este tipo de falla se caracteriza porque la rotura se produce por compresión en el punto de apoyo, en el caso en estudio, el área del tabique bajo el travesaño del conector.



**Figura 4-1 Falla por Aplastamiento**

Fuente: Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations. After Vesic, 1973 [22]

Utilizando fórmulas de resistencia de materiales tenemos:

$$F \leq \sigma * A_p * C_{fl}$$

Donde:

F: Fuerza Externa [kgf]

$\sigma_c$ : Resistencia a compresión [kgf/m<sup>2</sup>]

$A_p$ : Área de apoyo [m<sup>2</sup>]

$C_{fl}$ : Factor de diseño para falla local

(1.7 en Acero, AISC 360-10 [23]; 2 en Hormigón, ACI 318 [21])

Evaluando en las secciones estudiadas:

$$R_{max} \leq \sigma_{comp} * (d_{con} * l_{fin}) * 1.75$$

Donde:

$R_{max}$ : Máxima Reacción [kgf]

$\sigma_{comp}$ : Resistencia a compresión [kgf/m<sup>2</sup>]

$d_{con}$ : Diámetro del conector [m]

$l_{fin}$ : Largo del elemento finito [m]

### 4.2.3 Deformación

Corresponde al análisis realizado en función de las deformaciones desarrolladas por los elementos estudiados, donde se revisa que éstas no superen los máximos que puede desarrollar en función de sus propiedades estructurales.

#### 4.2.3.1 Tabique

Si bien, no existe normativa Chilena que regule los moldajes, hoy en día se trabaja con las especificaciones de los proveedores, los cuales se basan en normativas de los países de origen de los equipos. A nivel internacional, la regulación de los moldajes se relaciona con el tipo de elemento estructural y las deformaciones admisibles de elementos verticales y horizontales.

Dos de las normativas más utilizadas a nivel internacional son las siguientes:

- DIN 18202, Alemania [24]
- ACI Committe 117, Estados Unidos [25]

De entre las cuales se seleccionará una para ser utilizada en el marco de la presente investigación.

## CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE LOS BLOQUES

Si bien ambas clasifican las deformaciones máximas, según el tipo de elemento, una es más restrictiva que la otra.

- DIN 18202 [24]

En esta norma se clasifica los elementos por tipo y grado de terminación de la superficie encofrada, ordenándolos en una tabla que limitan su deformación, dependiendo de éstas y otras características. A continuación, se presenta la tabla antes mencionada.

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Zeile	Bezug	Stichmaße als Grenzwerte in mm bei Meßpunktabständen in m													
		0,1 *	0,6	1 *	1,5	2	2,5	3	3,5	4 *	6	8	10 *	15 *	
1	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden	10	13	15	16	17	18	18	19	20	22	23	25	30	
2	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden mit erhöhten Anforderungen, z.B. zur Aufnahme von schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Fliesen- und Plattenbelägen, Verbundestrichen, Fertige Oberflächen für untergeordnete Zwecke, z.B. in Lagerräumen, Kellern	5	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	20	
3	Flächenfertige Böden, z.B. Estriche als Nutzestriche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen Bodenbeläge, Fliesenbeläge, gespachtelte und geklebte Beläge	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	15	
4	Wie Zeile 3, jedoch mit erhöhten Anforderungen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	
5	Nichtflächenfertige Wände und Unterseiten von Rohdecken	5	8	10	11	12	13	13	14	15	18	22	25	30	
6	Flächenfertige Wände und Unterseiten von Decken, z.B. geputzte Wände, Wandbekleidungen, untergehängte Decken	3	4	5	6	7	8	8	9	10	13	17	20	25	
7	Wie Zeile 6, jedoch mit erhöhten Anforderungen	2	2	3	4	5	6	6	7	8	10	13	15	20	

**Tabla 4-1 Deformación Máxima Permitida Normativa DIN 18202**

Fuente: DIN 18202 – Tabla 3 [24]

Los elementos estudiados, según sus propiedades, clasifican en el grupo 5 “Muros sin terminar”, columna 4, bloque de 1,2 m de largo, por lo que la deformación máxima permitida en cada bloque es de 10 mm.

- ACI Committe 117 [25]

En esta norma, clasifica las deformaciones máximas permitidas dependiendo del tipo de elemento estructural y sus características, según la siguiente tabla:

MUROS SEGÚN ESPESOR [cm]	DEFORMACIÓN MÁXIMA PERMITIDA [mm]
<i>Menos de 30,5</i>	+9,5 < def < -6,4
<i>Más de 30,5 y menos de 91,5</i>	+12,7 < def < -9,5
<i>Sobre 91,5</i>	+25,4 < def < -19

**Tabla 4-2 Deformación Máxima de Tabiques Permitida**

Fuente: Tabla 8.3.2-1 ACI 117-90 Punto 4.4 [25]

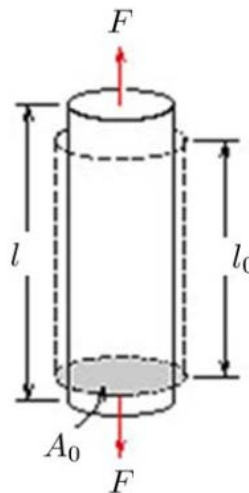
Los elementos estudiados, según sus propiedades, clasifican en el grupo “Menos de 30,5cm”, por lo que la deformación máxima permitida en cada bloque es de +9,5mm < def < -6,4mm.

Dado que los bloques estudiados, apuntan a generar moldajes que permitan construir paneles lo más cercanos a muros terminados posible, se utilizará como deformación máxima los parámetros más restrictivos, adoptando el valor de **6,4mm** en ambos sentidos, basado en las disposiciones de ACI 117 [25].

#### 4.2.3.2 Conector Transversal

En coherencia con la consideración antes planteada, se revisará que los esfuerzos desarrolladas en los conectores trasversales impliquen deformaciones cercanas a 0.

Para esto, utilizando las fórmulas de esfuerzo deformación en tracción, comprobaremos que los esfuerzos desarrollados en los longitudinales del cuerpo del conector sean mínimos, se mantengan en el rango elástico, y estén muy por debajo del límite de fluencia.



**Figura 4-2 Elemento en Tracción**

Fuente: Propiedades mecánicas, Dr. Gerber [26]

Por ley de Hook:

$$\sigma = E * \varepsilon$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión [kgf/m<sup>2</sup>]

E: Modulo de Elasticidad del Acero [kgf/m<sup>2</sup>]

$\varepsilon$ : Deformación

Evaluando en las secciones estudiadas:

$$\frac{F_{Flu}}{A_0} = \sigma_{Flu}$$

$$F_{Flu} = \sigma_{Flu} * A_0$$

$$R_{max} : \ll \sigma_{Flu} * A_0$$

Donde:

$F_{Flu}$ : Fuerza de tracción de fluencia [kgf]

$A_0$ : Área de la sección transversal no deformada [m<sup>2</sup>]

$\sigma_{Flu}$ : Tensión de Fluencia [kgf/ m<sup>2</sup>]

$R_{max}$ : Máxima Reacción [kgf]

#### 4.2.3.3 Seguro Exterior del Conector

Al igual que con la verificación anterior, en coherencia con la consideración antes planteada, se revisará que los esfuerzos desarrolladas en los seguros exteriores que terminan los conectores impliquen deformaciones cercanas a 0.

Para esto, utilizando las fórmulas de momento flector y deformación en vigas, comprobaremos que los esfuerzos desarrollados en los seguros exteriores del conector sean mínimos, se mantengan en el rango elástico y estén muy por debajo del límite de fluencia.

Simplificando el funcionamiento del seguro exterior, tenemos que entre barras longitudinales del cuerpo del conector se comporta como viga biempotrada sometida a carga constante.

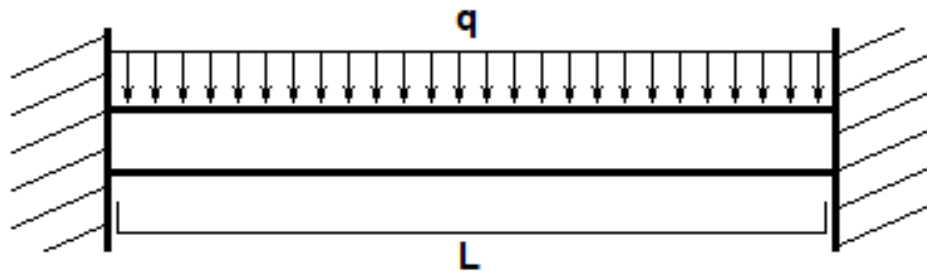


Figura 4-3 Viga Biempotrada con Carga Constante

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que sabemos, la deformación máxima se desarrolla en el medio y está definida por la siguiente ecuación:

$$d_{max} = \frac{q * L^4}{384 * E * I_i}$$

Donde:

q: Carga [kgf/m]

L: Largo del elemento [m]

E: Modulo de Elasticidad [kgf/m<sup>2</sup>]

I<sub>i</sub>: Momento de inercia de la sección transversal en eje i [m<sup>4</sup>]

Evaluando en las secciones estudiadas:

$$d_{max} = \frac{q * L^4}{384 * E * \frac{\pi * \left(\frac{d_{conect}}{2}\right)^4}{4}}$$

$$d_{max} < 0,001 [m]$$

Donde:

q: Carga [kgf/m]

L: Largo entre barras longitudinales [m]

E: Modulo de Elasticidad del acero [kgf/m<sup>2</sup>]

d<sub>conect</sub>: Diámetro del seguro exterior [m<sup>2</sup>]

### 4.3 Construcción de los Modelos de Análisis

#### 4.3.1 Geometría

En base a distintas alternativas geométricas, el comportamiento general de la pieza analizada, y considerando mantener un bloque manejable en terreno, se generaron diversos modelos, en base a las alternativas de alto (hp), espesor (ep), distribución y distanciamiento de conectores (db), los que fueron modelados para ser posteriormente analizados. Las geometrías estudiadas se presentan a continuación:

Tabique	Dimensiones						
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
hp[cm]	25	25	30	30	30	35	35
ep[cm]	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0	3,0 a 4,0
Nºf	2	3	2	3	4	3	4
db[cm]	4 a 7	3 a 6	5 - 8	3 a 8	4 a 6	4 a 6	3 a 6
dbc[cm]	--	--	--	--	10 a 14	--	11 a 14
dbc[cm]	--	10 a 13	--	14 a 16	10 a 14	17	11 a 14
dbi[cm]	4 a 7	3 a 6	5 a 8	3 a 8	4 a 6	4 a 6	3 a 6

Tabla 4-3 Geometrías de Tabiques Modelados

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**hp:** Altura del Tabique.

**ep:** Espesor del Tabique, considerando variaciones de 0,5 cm.

**Nºf:** Número de filas de conectores.

**db<sub>s</sub>:** Distancia de la fila superior de conectores al borde superior (variaciones de 1,0 cm).

**db<sub>c</sub>:** Distancia de la fila central de conectores al borde superior/inferior, (variaciones de 1,0 cm).

**db<sub>i</sub>:** Distancia de la fila inferior de conectores al borde inferior (variaciones de 1,0 cm).

Los modelos realizados consideraron los siguientes parámetros:

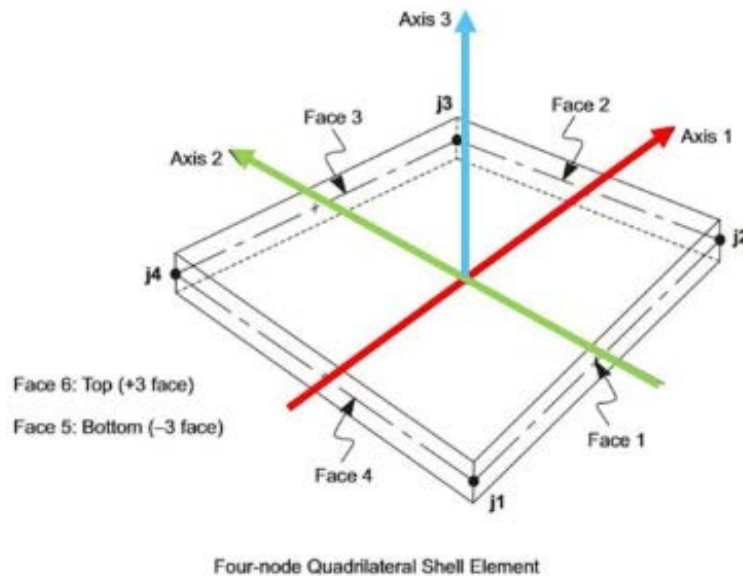
- Sistema de Coordenadas Global X-Y-Z



**Figura 4-4 Sistema de Coordenadas Global**

Fuente: Elaboración Propia

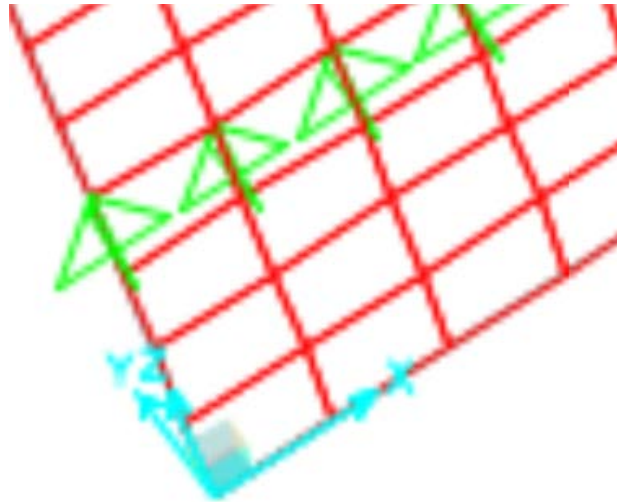
- Sistema de Coordenadas Local 1-2-3



**Figura 4-5 Sistema de Coordenadas Local**

Fuente: SAP2000 Integrated Software for Structural Analsis & Design [27]

- Tabique en plano X-Z/1-2, con elementos finitos cuadrados de 1.0cm, tipo Shell.
- Conectores que restringen la deformación perpendicular al panel, eje Y, estabilizan el peso propio, eje Z, los movimientos en X y los giros en torno al eje Z manteniendo libres las rotaciones en sentidos X e Y. Configuración coherente con la restricción impuesta por el conector propuesto.

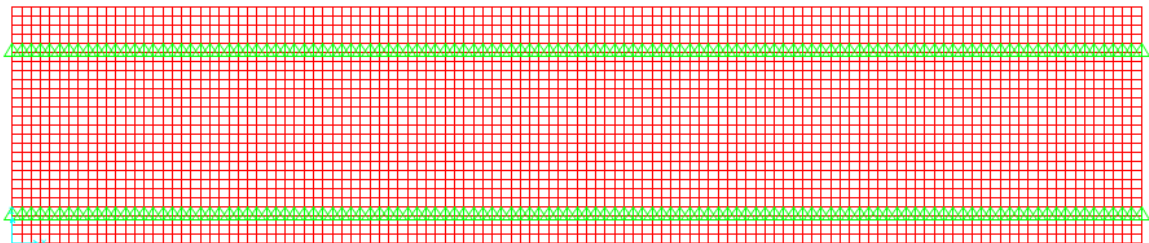


**Figura 4-6 Conectores Modelados**

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan ilustraciones de los tabiques modelados.

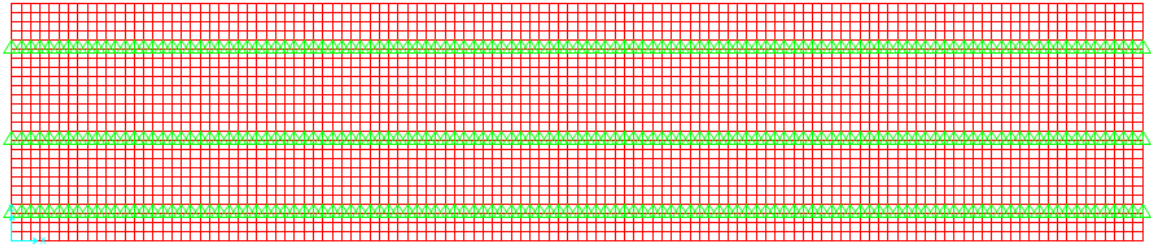
**Tabique Tipo 1 ( $h_p=25\text{cm}$ ;  $N^o f=2$ )**



**Ilustración 4-1 Tabique Tipo 1**

Fuente: Elaboración propia

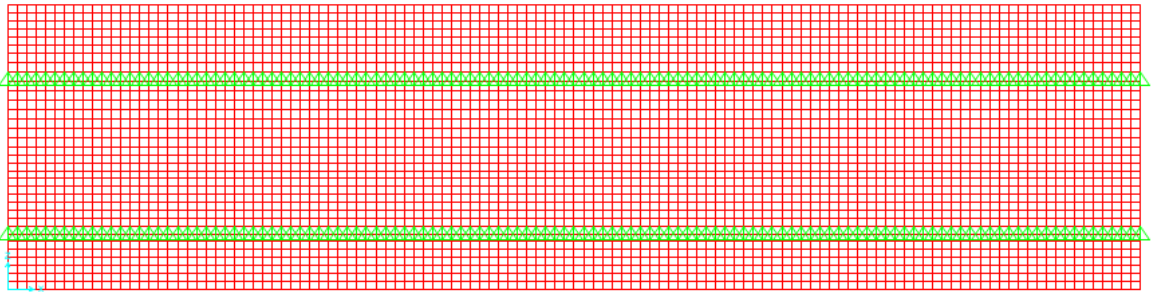
**Tabique Tipo 2 (hp=25cm; N°f=3)**



**Ilustración 4-2 Tabique Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

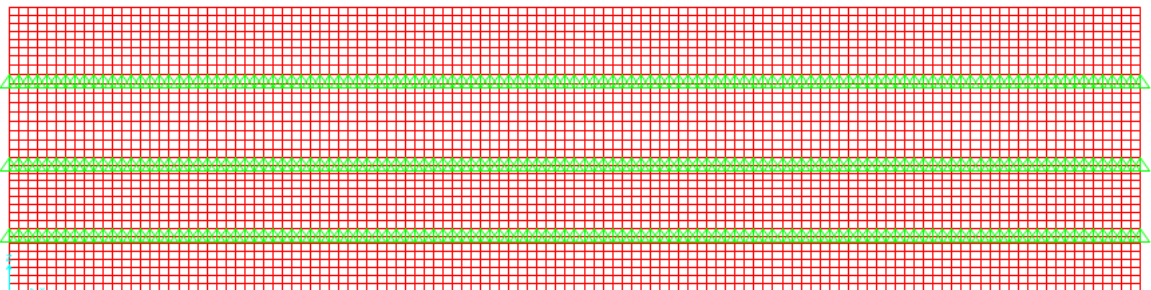
**Tabique Tipo 3 (hp=30cm; N°f=2)**



**Ilustración 4-3 Tabique Tipo 3**

Fuente: Elaboración propia

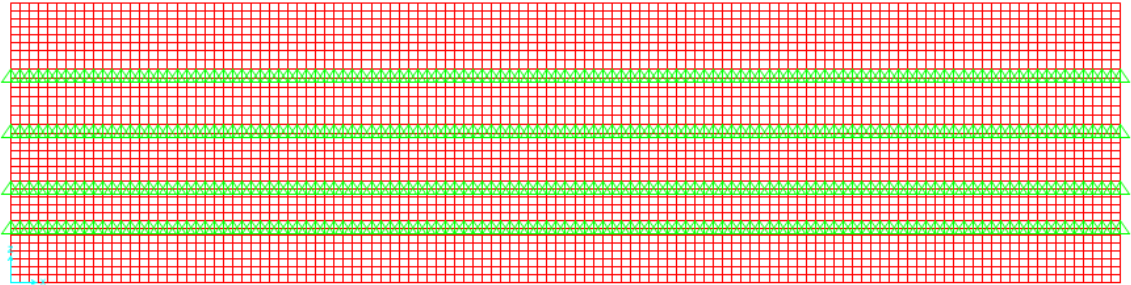
**Tabique Tipo 4 (hp=30cm; N°f=3)**



**Ilustración 4-4 Tabique Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

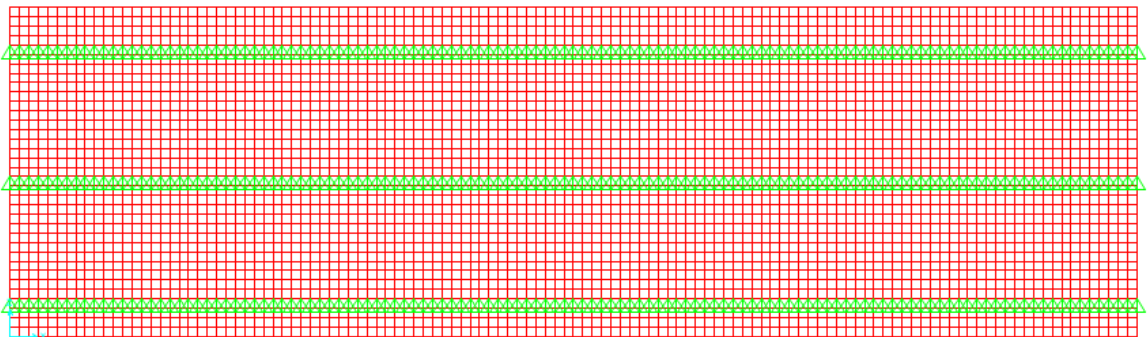
**Tabique Tipo 5 ( $hp=30cm$ ;  $N^of=4$ )**



**Ilustración 4-5 Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

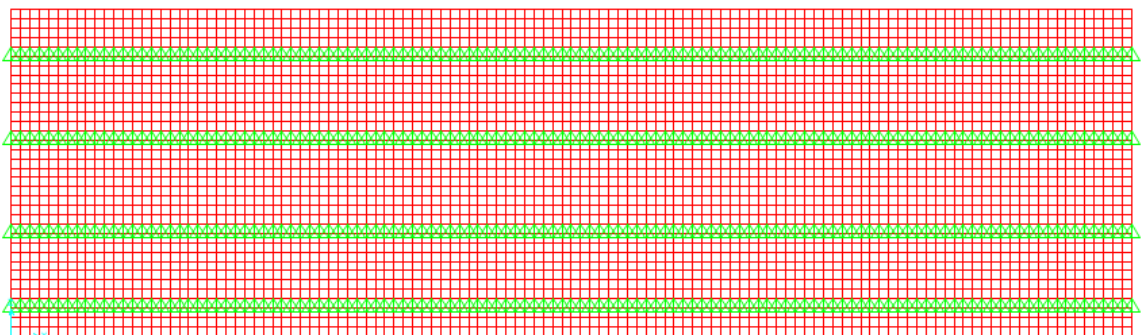
**Tabique Tipo 6 ( $hp=35cm$ ;  $N^of=3$ )**



**Ilustración 4-6 Tabique Tipo 6**

Fuente: Elaboración propia

**Tabique Tipo 7 ( $hp=35cm$ ;  $N^of=4$ )**



**Ilustración 4-7 Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Para los conectores, en base a las alternativas de mallas electrosoldadas presentes en el mercado, se evaluaron las siguientes geometrías:

<b>Malla Electrosoldada</b>	<b>Diámetro [mm]</b>	<b>Largo [cm]</b>	<b>Ancho [cm]</b>
<b>15/0,42</b>	4,2	15	15
<b>10/0,42</b>	4,2	10	10
<b>10/0,5</b>	5,0	10	10
<b>15/0,6</b>	6,0	15	15

**Tabla 4-4 Geometrías de Conector Considerado**

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.2 Materiales

En base a las características del EPS definidas en el Capítulo 3, se variaron las propiedades del material de los modelos geométricos realizados, entre las dos alternativas de densidad presentes en el mercado. En la siguiente tabla, se presentan las alternativas consideradas.

<b>PROPIEDADES</b>	<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>ALTERNATIVA 2</b>
<i>Densidad [kgf/m<sup>2</sup>]</i>	300	250
<i>Módulo de Elasticidad (E) [kgf/m<sup>2</sup>]</i>	800.000	666.650
<i>Módulo de Poisson (U)</i>	0,21	0,21
<i>Coefficiente de Expansión térmica (At) [1/Cº]</i>	$7 \times 10^{-5}$	$7 \times 10^{-5}$

**Tabla 4-5 Materiales de Tabiques Modelados**

Fuente: Elaboración propia

La Alternativa 1, considera EPS más denso y por tanto más rígido, de mayor resistencia a la flexión y al corte, mientras que la Alternativa 2 representa una opción más económica, considerando EPS más flexible, pero de menor resistencia a la flexión, y al corte. Será objeto del presente estudio determinar cual de las dos representa una mejor alternativa.

### 4.3.3 Condiciones de borde

Debido al hecho de que la rigidez del acero es aproximadamente 3 de veces mayor a la del EPS ( $E_{\text{acero}}=2.100.000 \text{ [kgf/cm}^2\text{]} \gg E_{\text{EPS}}=800.000 \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$ ), para realizar la modelación de los tabiques se consideró a los conectores como elementos indeformables, limitantes del desplazamiento en dirección perpendicular al tabique.

Una vez obtenidos los resultados de los esfuerzos en los conectores, esta consideración será verificada para las diferentes alternativas de conector, calculando la deformación real de cada una, la cual deberá ser cercana a 0 para validar la consideración.

#### 4.3.4 Solicitaciones

En base al comportamiento del hormigón durante la faena de llenado, se consideran solicitaciones del tipo hidrostáticas, con forma de cuña de empuje horizontal perpendicular al tablero en todo el alto de llenado, cuyo valor máximo se desarrolla en la base, y está determinado por el modelo de empuje anteriormente definido en Capítulo 4 Acciones de Diseño, y con valor nulo en la altura máxima.

En función de esta distribución, se extraen las solicitaciones a las que se vería sometido el tabique de bloque de la base del moldaje, dependiendo de su geometría, representando el elemento más solicitado del grupo. La siguiente ilustración representa lo descrito.

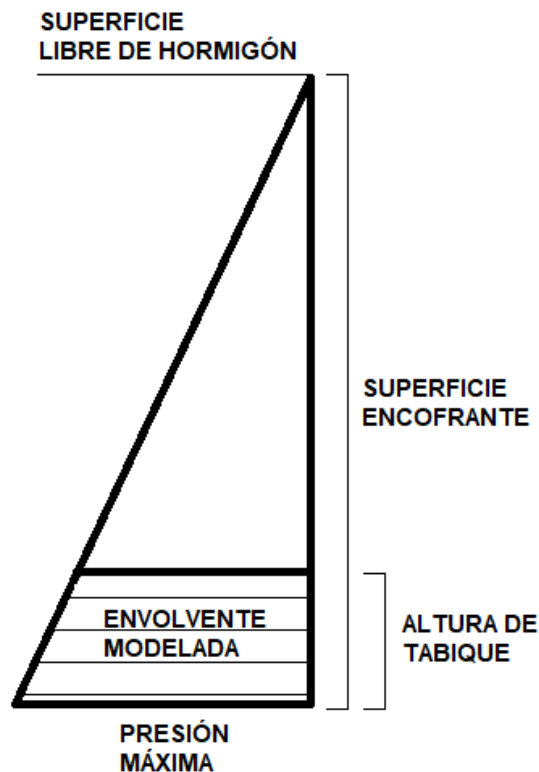


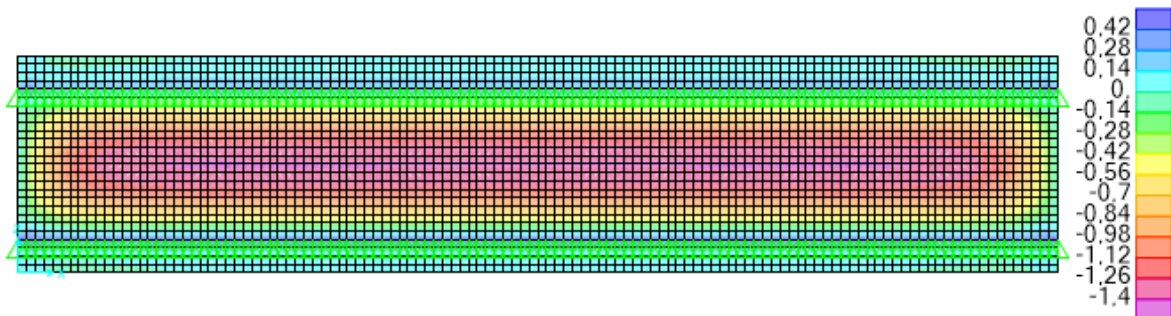
Figura 4-7 Solicitaciones

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Resultados de los Modelos de Análisis

Una vez armados los modelos, se realizan las simulaciones correspondientes obteniendo diversos resultados, lo que se presentan en tablas ordenadas en ANEXO II Análisis de los Bloques del presente trabajo. De estos resultados se desprende que el comportamiento general del modelo es el siguiente:

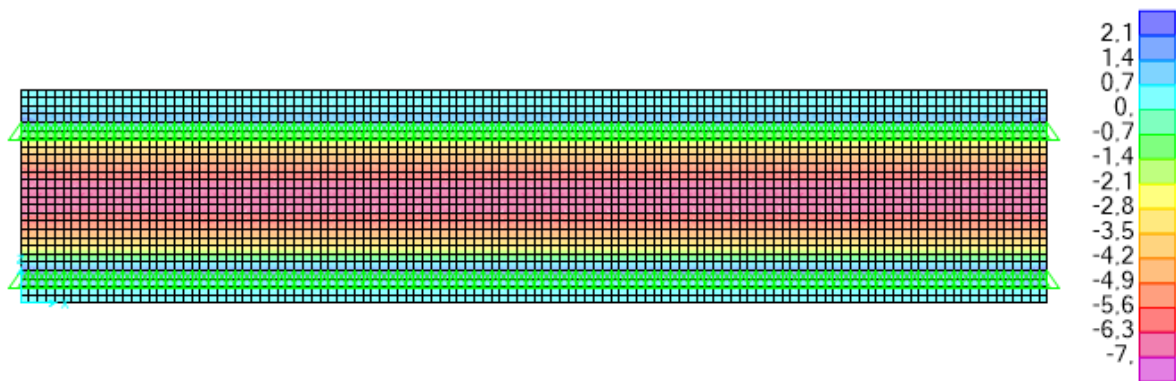
- Esfuerzos internos de flexión máximos del tabique, en los dos ejes paralelos al plano (M11 y M22). De acuerdo con los resultados de la modelación se encontraron las áreas con solicitaciones máximas, y se revisó que cumplieran con los criterios de esfuerzos. A continuación, se presentan ejemplos de la distribución encontrada.



**Ilustración 4-8 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

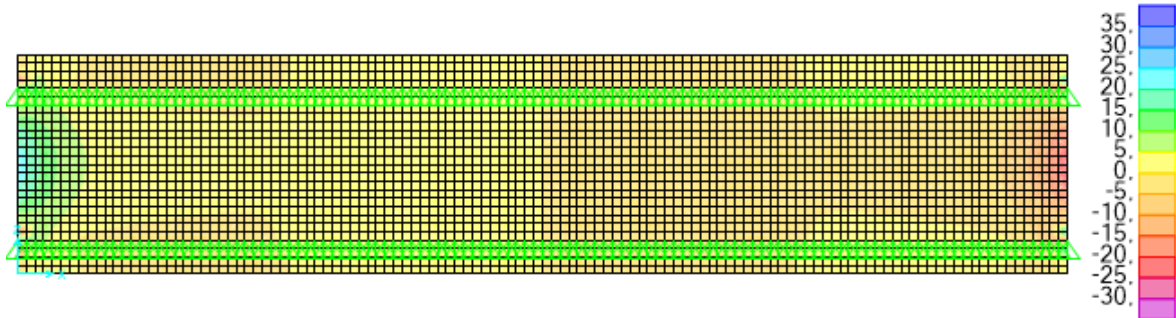


**Ilustración 4-9 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Momentos Eje 22**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

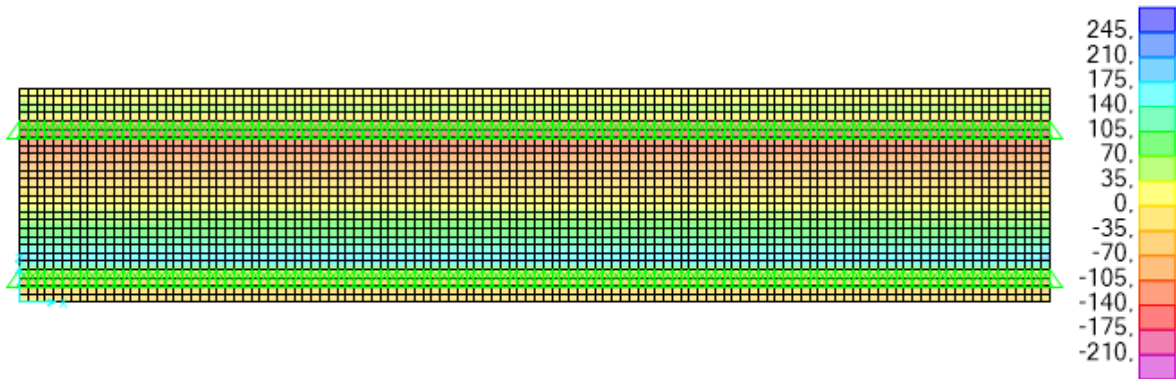
- Esfuerzos internos de corte máximos del tabique, en los dos ejes paralelos al plano (V13 y V23). De acuerdo con los resultados de la modelación se encontraron las áreas con solicitaciones máximas, y se revisó que cumplieran con los criterios de esfuerzos. A continuación, se presentan ejemplos de la distribución encontrada.



**Ilustración 4-10 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

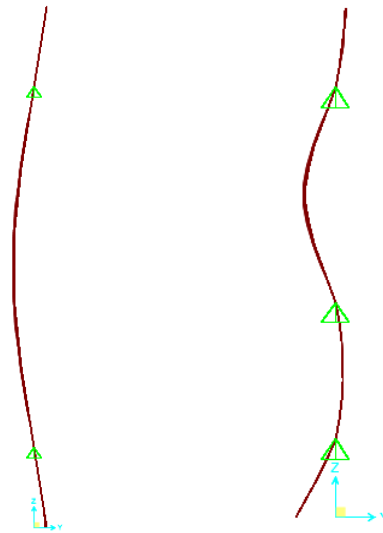


**Ilustración 4-11 Distribución de Esfuerzos General en Tabique Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

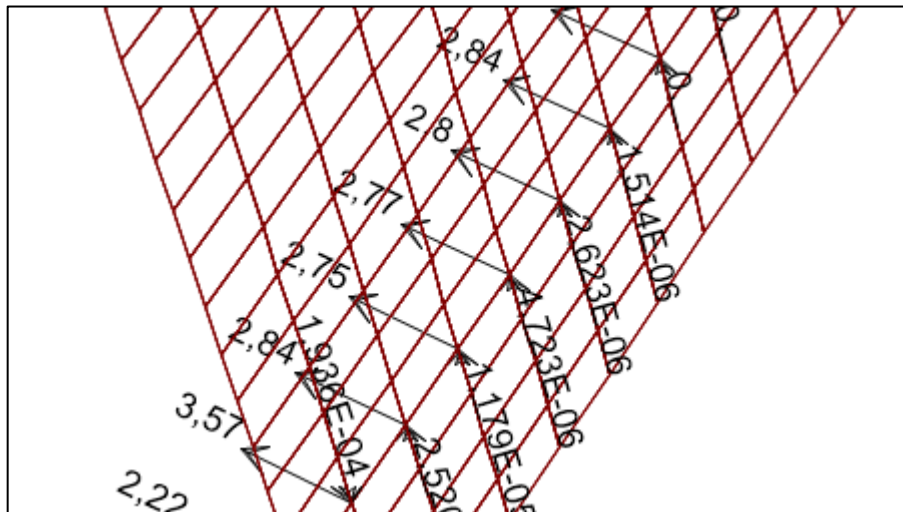
- Deformación máxima normal al plano del tabique, en los extremos y entre las filas de conectores. De acuerdo con los resultados de la modelación, se encontraron los puntos con deformaciones máximas, y se revisó que cumplieran con los criterios de deformación. A continuación, se presentan ejemplos de las deformaciones encontradas.



**Ilustración 4-12 Deformación General de Tabiques**

Fuente: Elaboración propia

- Fuerza máxima de conector. De acuerdo con los resultados de la modelación, se encontraron los puntos con reacciones máximas, y se revisó que fueran coherentes con la consideración planteada. A continuación, se presenta un ejemplo de las reacciones encontradas, donde se observa la distribución de reacciones perpendiculares al tabique en el conector y los valores residuales por peso propio, cercanos a cero, del modelo.



**Ilustración 4-13 Reacciones en Conectores**

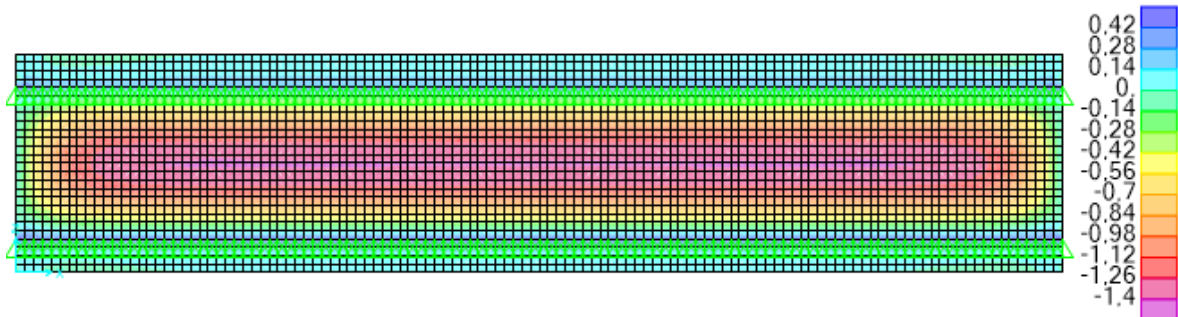
Fuente: Elaboración propia

**4.4.1 Tabique tipo 1 (hp=25cm; N°f=2)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

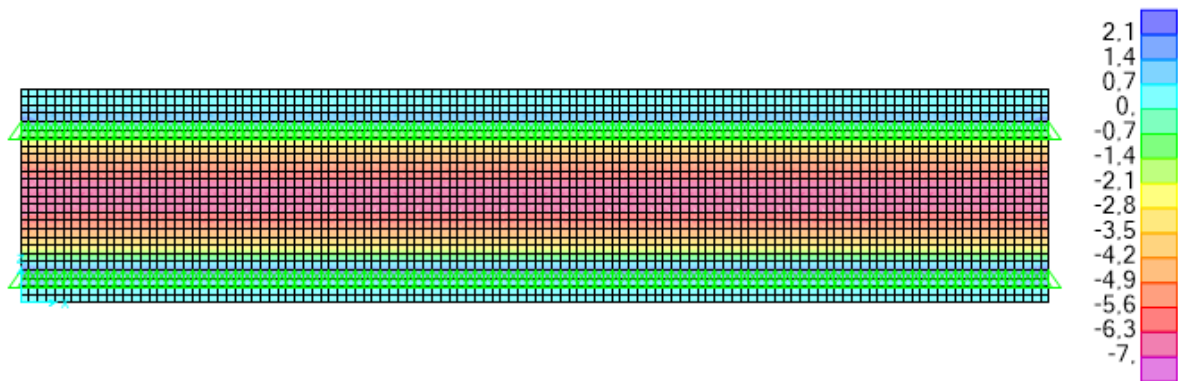


**Ilustración 4-14 Tabique Tipo 1 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-15 Tabique Tipo 1 Momentos Eje 22**

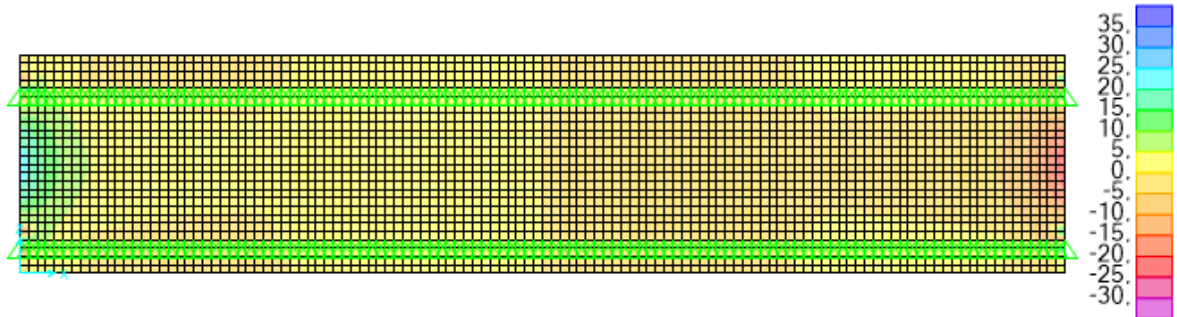
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se aprecia que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla en el centro del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

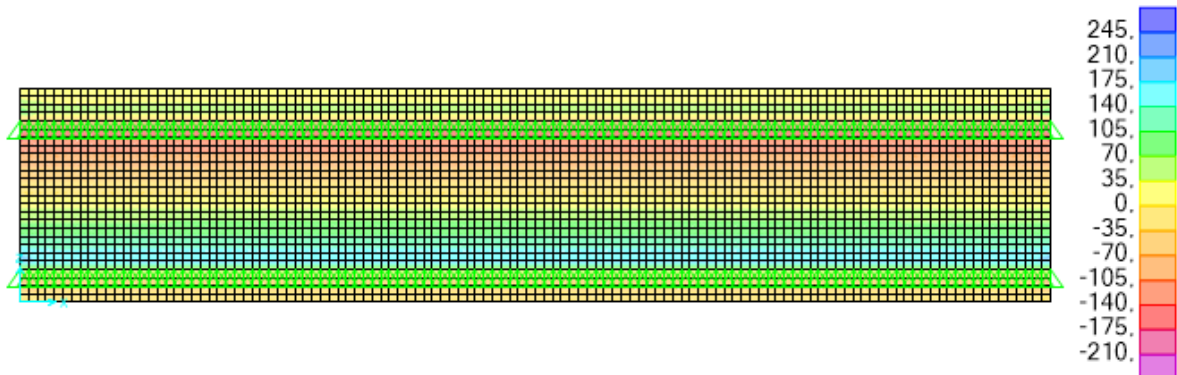


**Ilustración 4-16 Tabique Tipo 1 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



**Ilustración 4-17 Tabique Tipo 1 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se evidencia que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

## Deformación del Tabique

**Ilustración 4-18 Tabique Tipo 1 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos, indican que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien las configuraciones de mayor densidad funcionan en todos los espesores estudiados, ninguna verifica al aplastamiento. Por otro lado, los resultados de los tabiques de menor densidad dependen de la configuración.

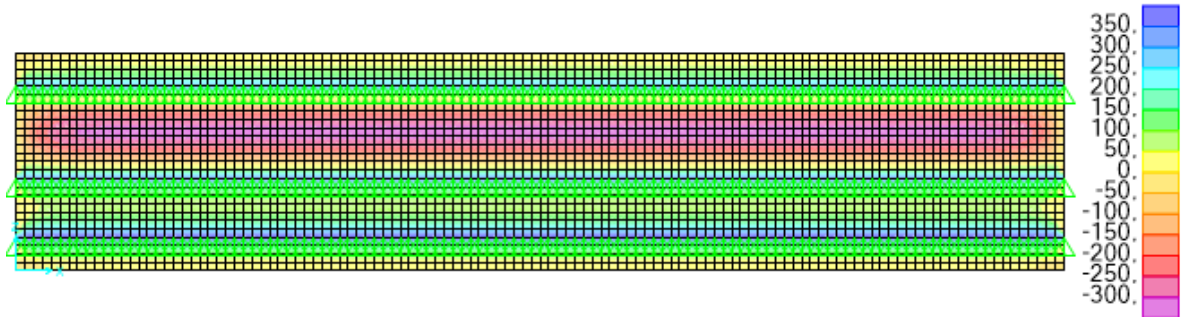
De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando de mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.2 Tabique tipo 2 (hp=25cm; N°f=3)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

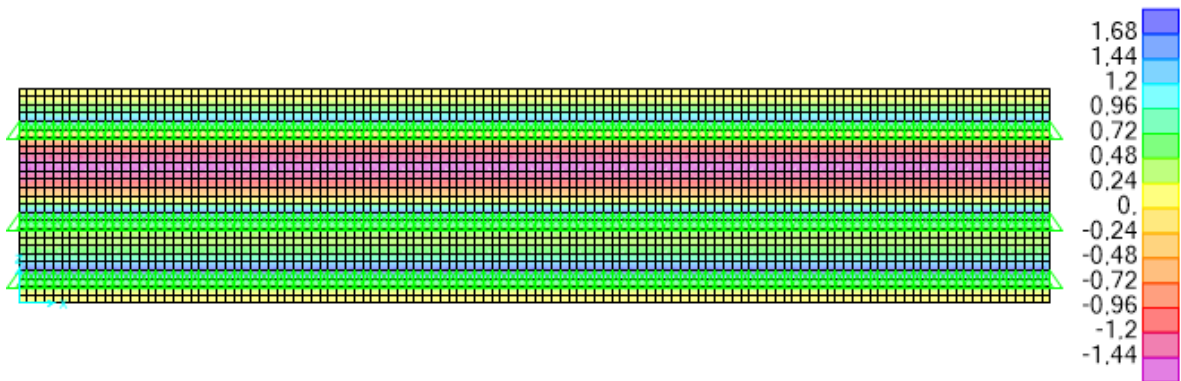


**Ilustración 4-19 Tabique Tipo 2 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-20 Tabique Tipo 2 Momentos Eje 22**

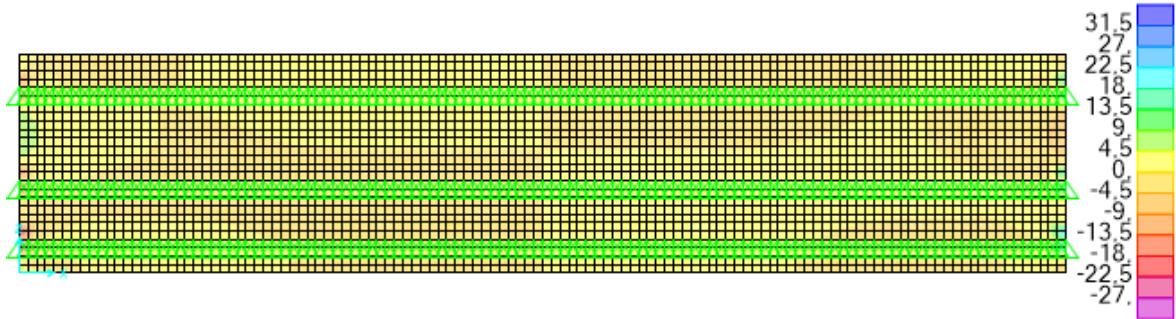
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se aprecia que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla entre las áreas de apoyo del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

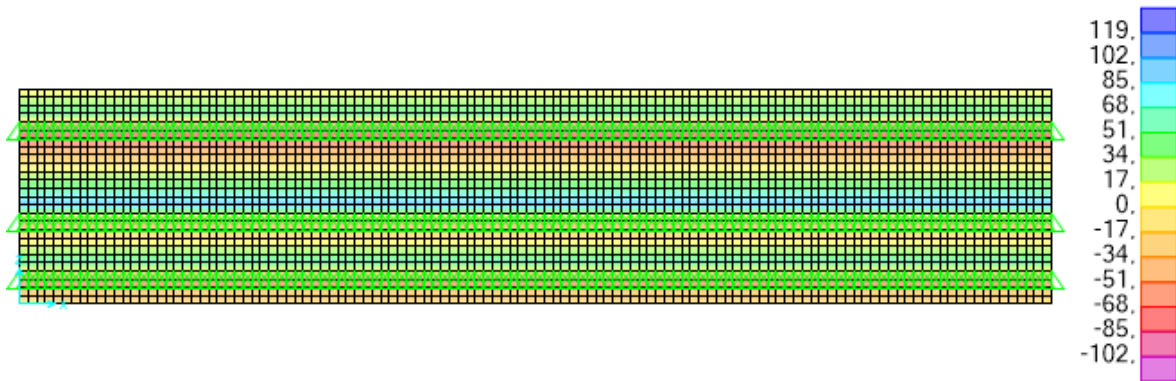


**Ilustración 4-21 Tabique Tipo 2 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



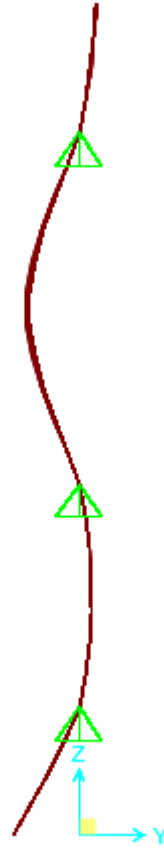
**Ilustración 4-22 Tabique Tipo 2 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se manifiesta que, los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

## Deformación del Tabique

**Ilustración 4-23 Tabique Tipo 2 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos, corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien todas las configuraciones estudiadas funcionan, ninguna verifica al aplastamiento.

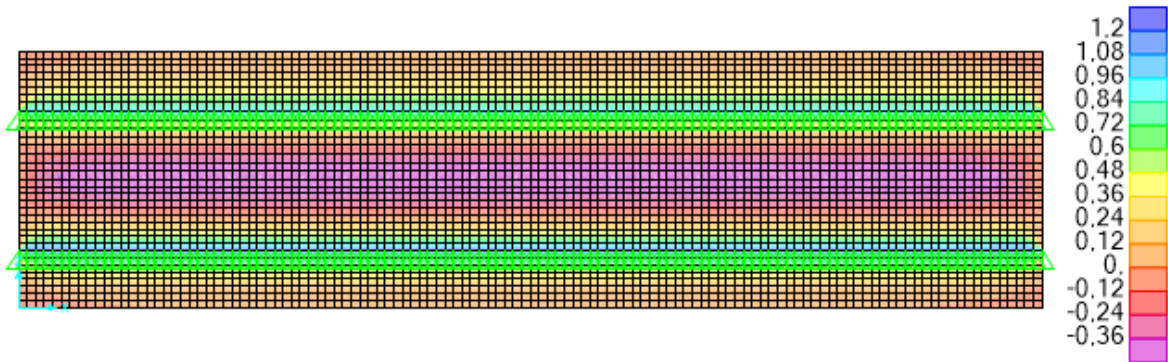
De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.3 Tabique tipo 3 (hp=30cm; N°f=2)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

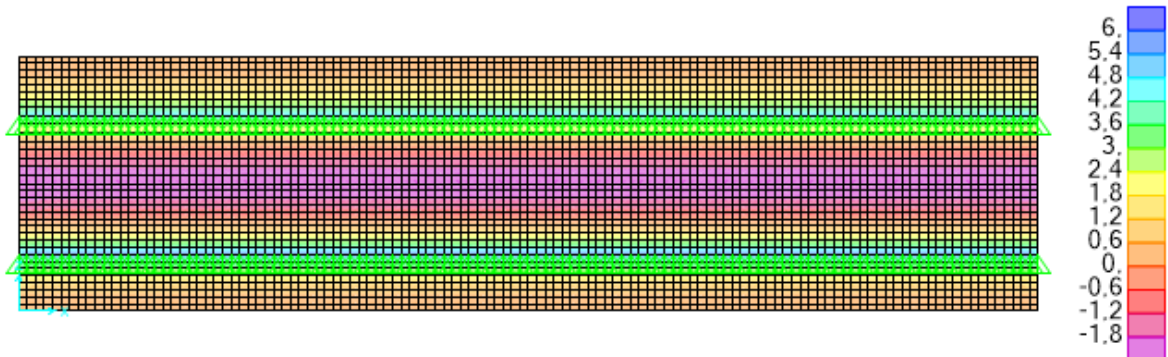


**Ilustración 4-24 Tabique Tipo 3 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-25 Tabique Tipo 3 Momentos Eje 22**

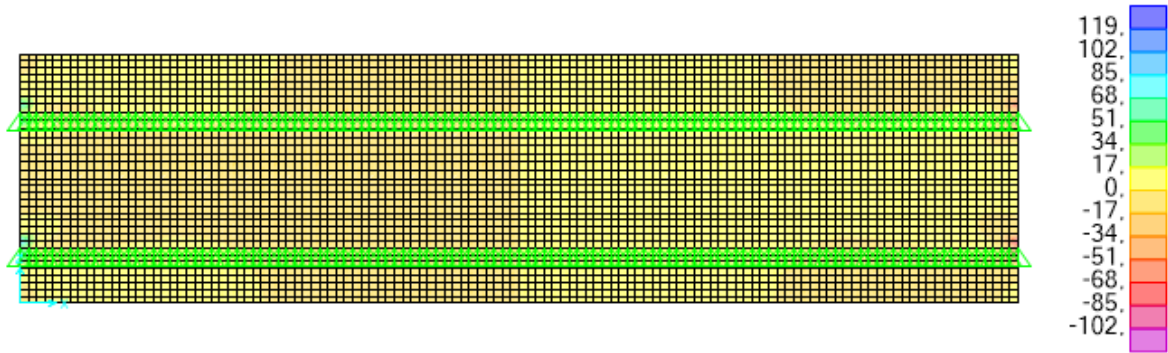
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se manifiesta que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla en el centro del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

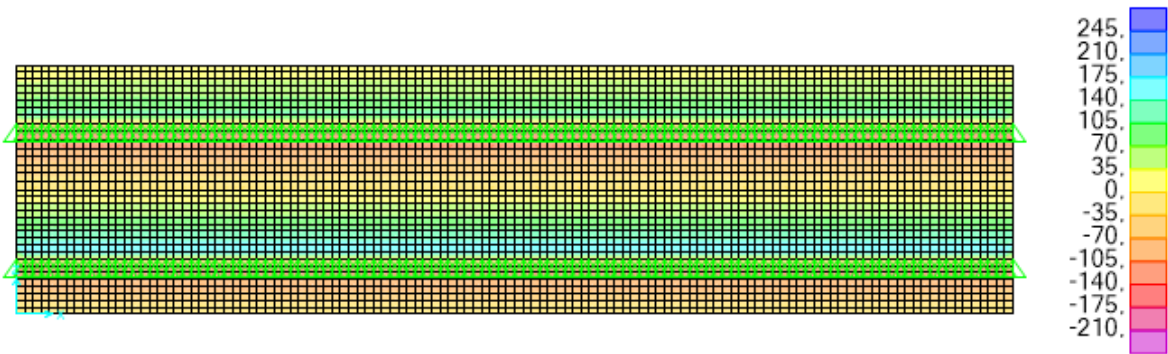


**Ilustración 4-26 Tabique Tipo 3 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



**Ilustración 4-27 Tabique Tipo 3 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se aprecia que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

## Deformación del Tabique

**Ilustración 4-28 Tabique Tipo 3 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien hay configuraciones que funcionan para mayores espesores, ninguna verifica al aplastamiento.

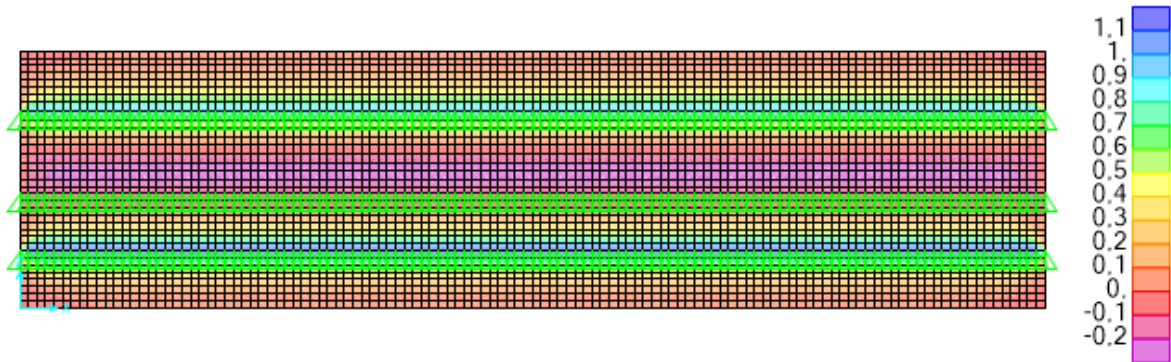
De estos resultados, se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando de mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.4 Tabique tipo 4 (hp=30cm; N<sup>o</sup>f=3)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

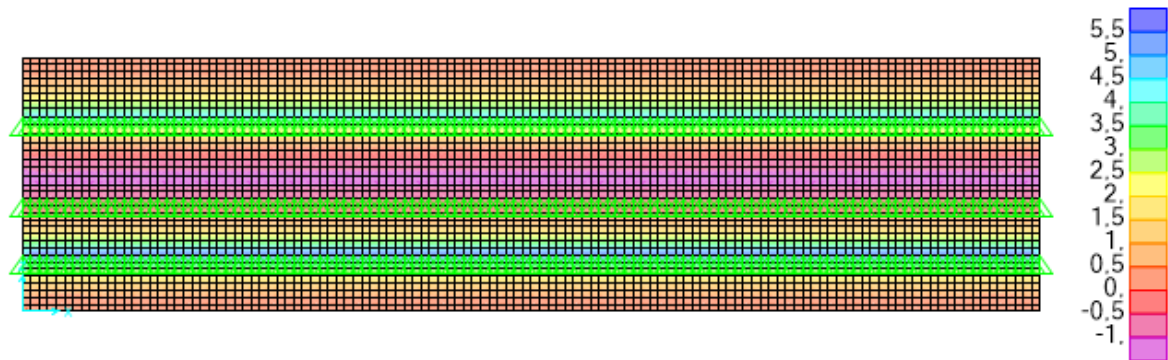


**Ilustración 4-29 Tabique Tipo 4 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-30 Tabique Tipo 4 Momentos Eje 22**

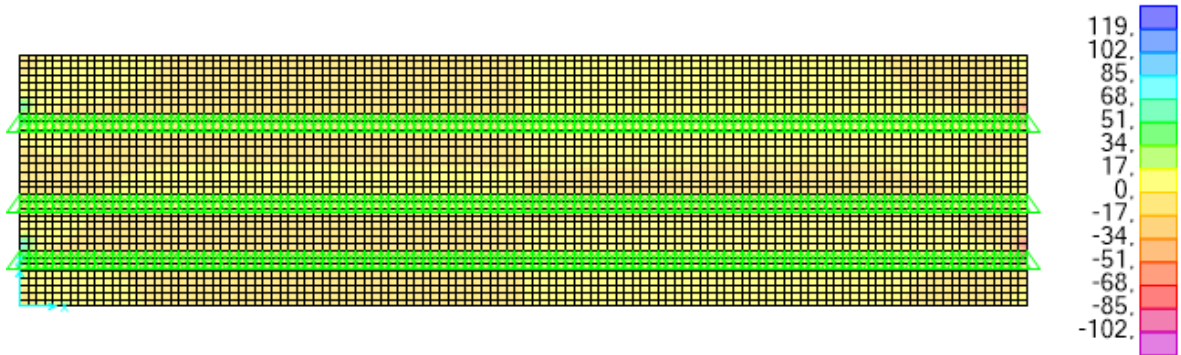
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se manifiesta que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla entre los conectores del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

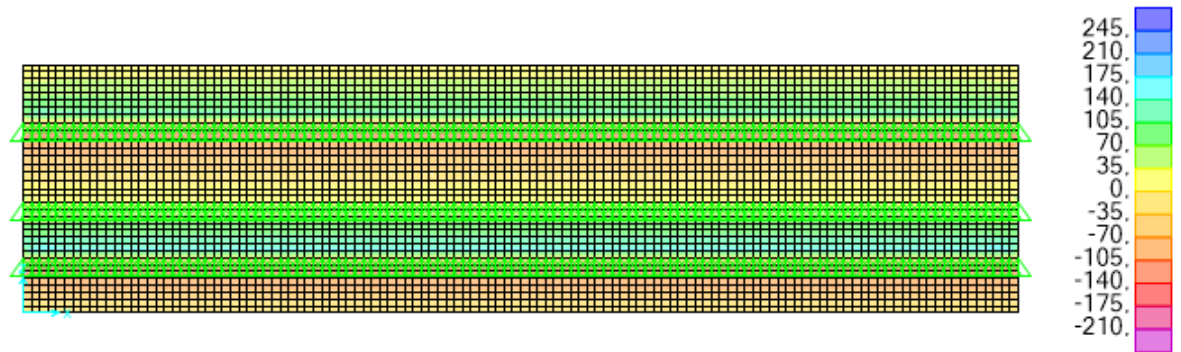


**Ilustración 4-31 Tabique Tipo 4 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



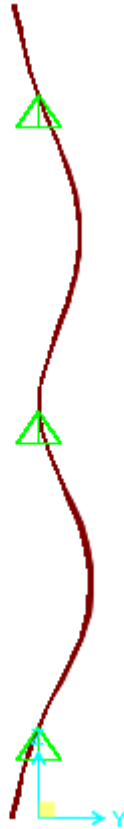
**Ilustración 4-32 Tabique Tipo 4 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se aprecia que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

Deformación del Tabique



**Ilustración 4-33 Tabique Tipo 4 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos, corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien las configuraciones funcionan en la mayoría de las configuraciones estudiadas, ninguna verifica al aplastamiento.

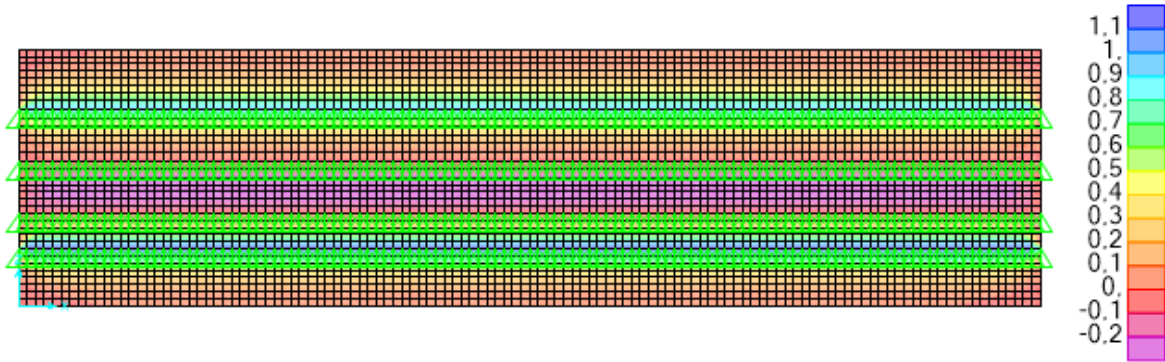
De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.5 Tabique tipo 5 (hp=30cm; N°f=4)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

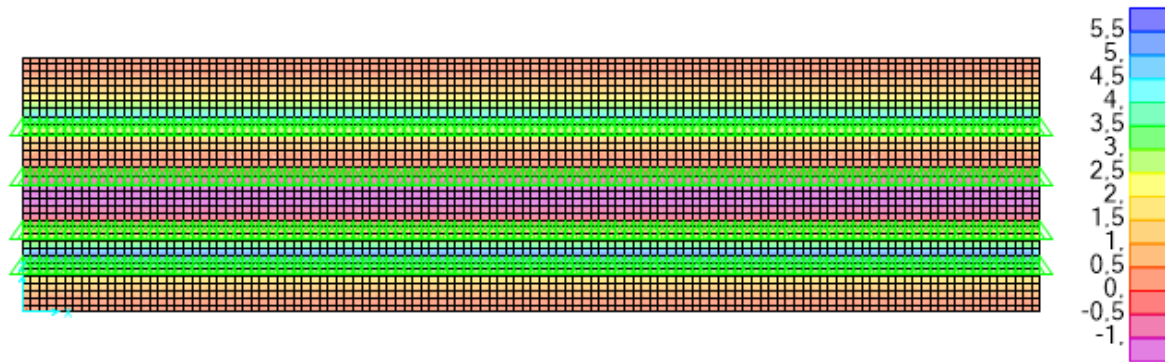


**Ilustración 4-34 Tabique Tipo 5 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-35 Tabique Tipo 5 Momentos Eje 22**

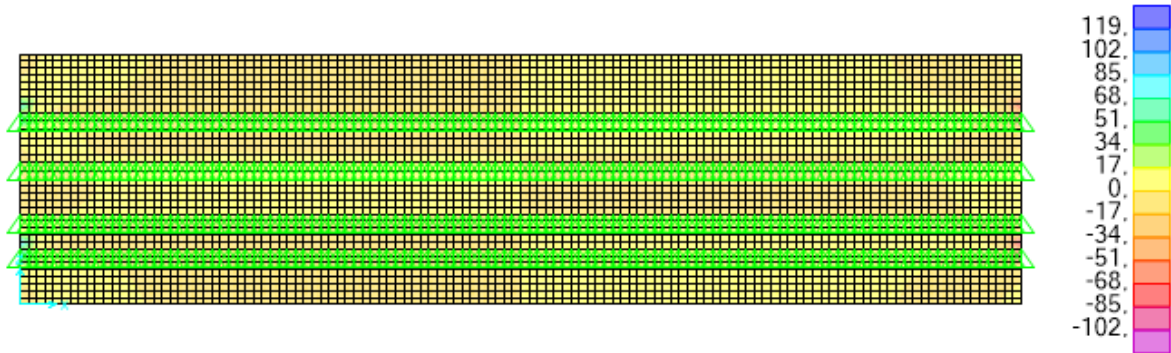
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se manifiesta que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla entre las áreas de apoyo del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

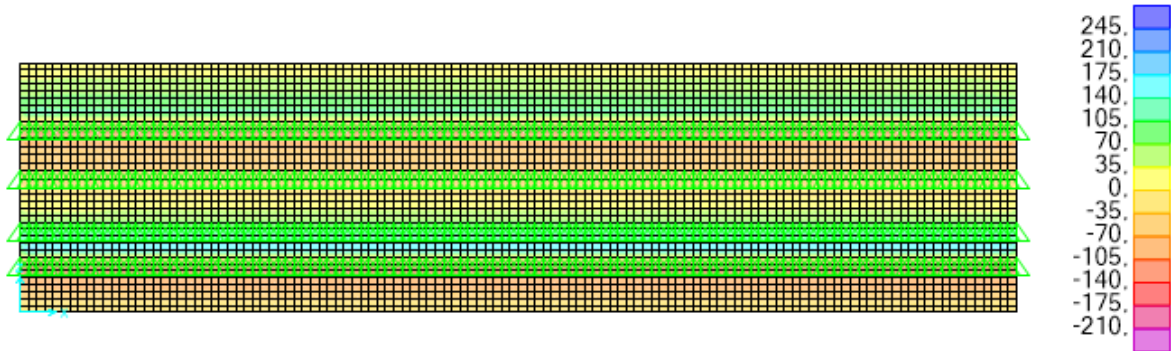


**Ilustración 4-36 Tabique Tipo 5 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



**Ilustración 4-37 Tabique Tipo 5 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

Deformación del Tabique



**Ilustración 4-38 Tabique Tipo 5 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos, corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien las configuraciones funcionan en todos los espesores estudiados, sólo algunas verifican al aplastamiento.

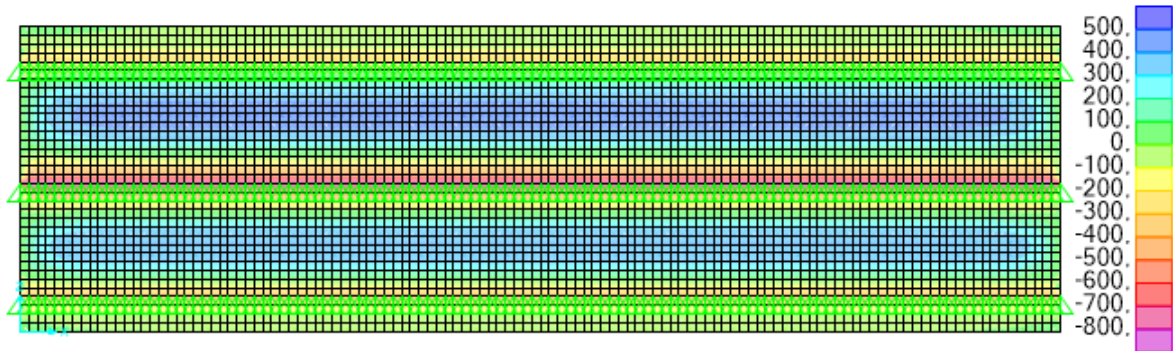
De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.6 Tabique tipo 6 (hp=35cm; N°f=3)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

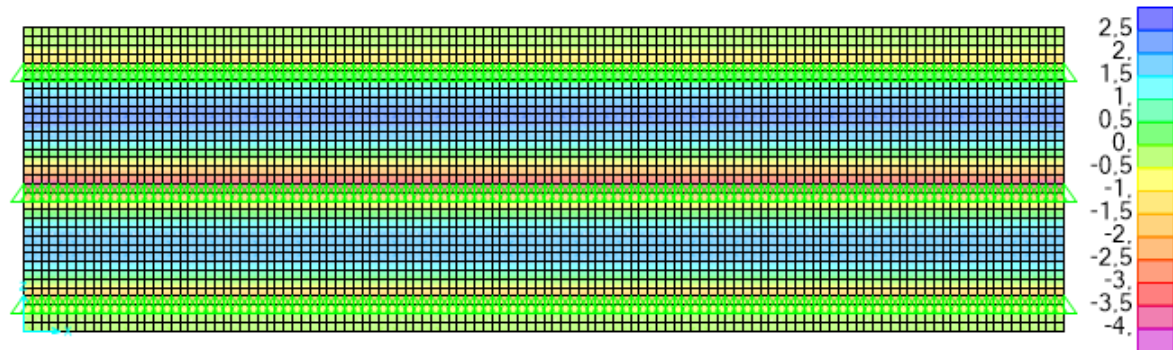


**Ilustración 4-39 Tabique Tipo 6 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-40 Tabique Tipo 6 Momentos Eje 22**

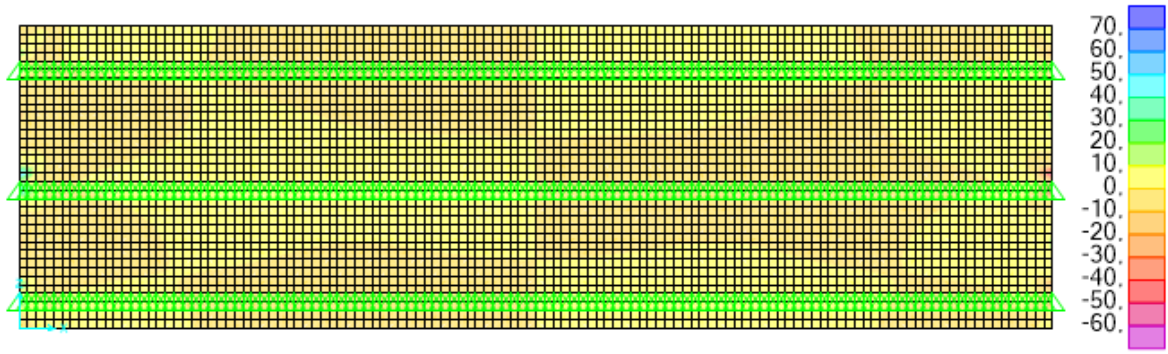
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla entre las áreas de apoyo del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

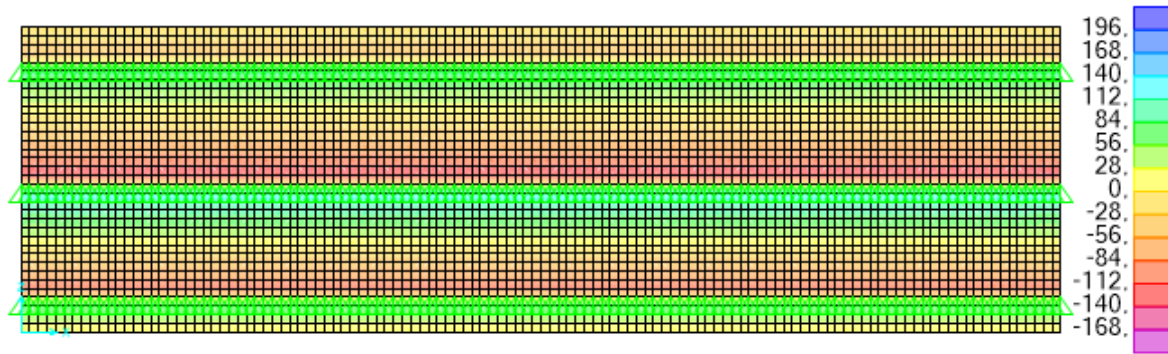


**Ilustración 4-41 Tabique Tipo 6 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



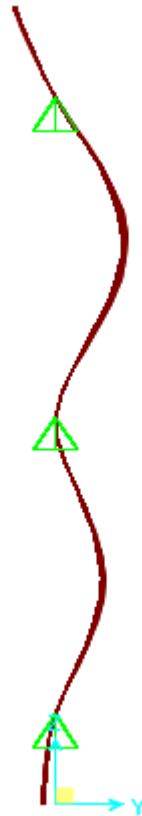
**Ilustración 4-42 Tabique Tipo 6 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se manifiesta que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

Deformación del Tabique



**Ilustración 4-43 Tabique Tipo 6 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien algunas de las configuraciones cumplen con los criterios de esfuerzo/deformación, ninguna verifica al aplastamiento.

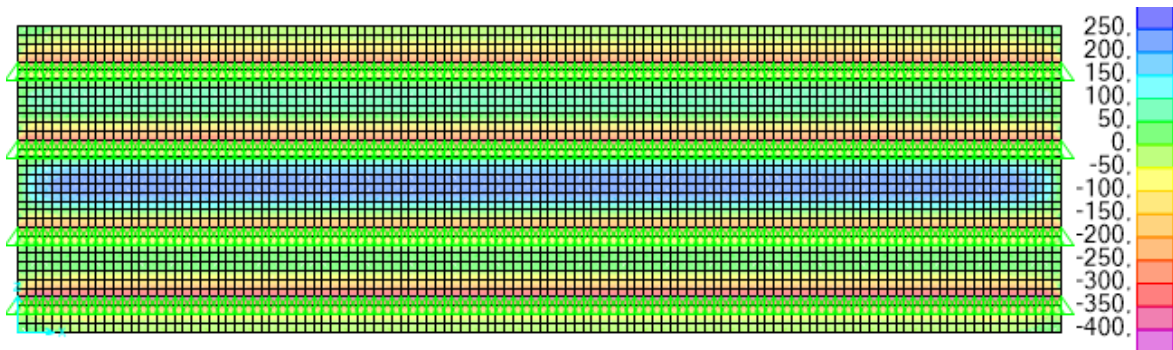
De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

**4.4.7 Tabique tipo 7 (hp=35cm; N<sup>o</sup>f=4)**

En general, todas las variaciones del tabique se comportan de la siguiente forma:

Esfuerzos internos por flexión máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 11

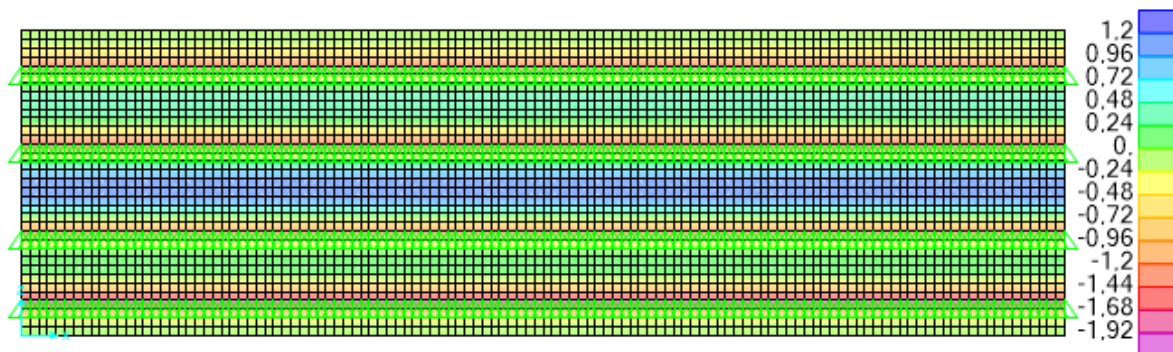


**Ilustración 4-44 Tabique Tipo 7 Momentos Eje 11**

Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 22



**Ilustración 4-45 Tabique Tipo 7 Momentos Eje 22**

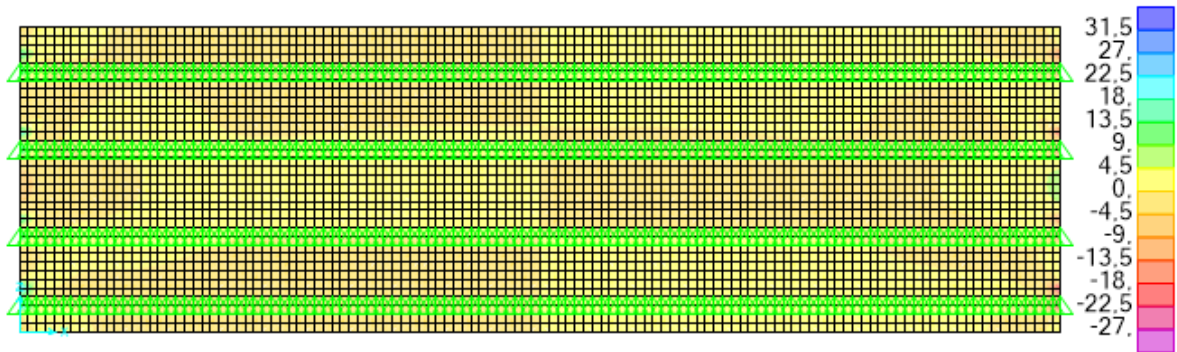
Unidades en kgf-m/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se aprecia que, en ambos casos, la máxima flexión se desarrolla entre las áreas de apoyo del tabique.

Esfuerzos internos por corte máximos del tabique, en los ejes paralelos al plano

- Eje 13

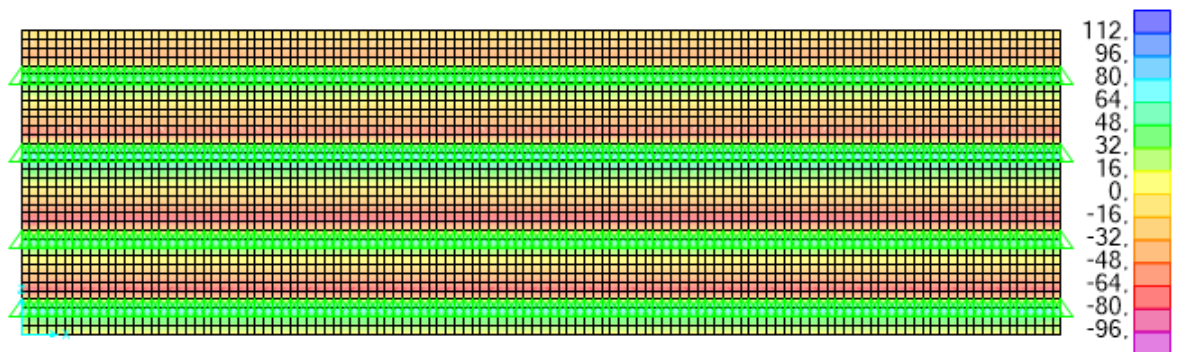


**Ilustración 4-46 Tabique Tipo 7 Corte Eje 13**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

- Eje 23



**Ilustración 4-47 Tabique Tipo 7 Corte Eje 23**

Unidades en kgf/m

Fuente: Elaboración propia

Donde se evidencia que los cortes máximos se concentran cerca de los apoyos.

Deformación del Tabique



**Ilustración 4-48 Tabique Tipo 7 Deformación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos, corroboran que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento, dado que, si bien todas las configuraciones estudiadas funcionan, ninguna verifica al aplastamiento.

De estos resultados se interpreta que, con el fin de lograr verificar el criterio de aplastamiento, la configuración óptima dependerá de disminuir la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

# CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

## 5.1 Generalidades

El objetivo del presente estudio es diseñar un bloque ICF tipo flat optimizado, que cumpla con los propósitos de resistir las solicitaciones del hormigonado, desarrollando deformaciones mínimas, manteniendo las características básicas de los moldajes, resultando amable en terreno.

Con este objetivo, se modeló una serie de alternativas, las cuales fueron generadas en base a una estrategia, con el fin de acotar la geometría óptima que cumpla con los objetivos antes planteados.

Para esto se consideró la resistencia de los elementos en base a sus características físicas y geométricas, y las solicitaciones y deformaciones a las que son sometidos durante la faena de colocación del hormigón.

## 5.2 Análisis de Resistencia

En base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se revisará el comportamiento de los elementos que componen el bloque estudiado, en cuanto a su resistencia.

### 5.2.1 Resistencia del Tabique

La resistencia del tabique, depende tanto de la materialidad como de la geometría, por lo que, dependiendo de la configuración elegida, el bloque cuenta con diferentes resistencias.

#### 5.2.1.1 Resistencia a la Flexión - Eje 11

En el eje 11, la resistencia a la flexión del tabique depende de la altura ( $h_p$ ), el espesor ( $e_p$ ) y de la densidad, según se ilustra en la Tabla 5-1 y Gráfico 5-1.

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

M11 (hp) [kgf-m/m]	25 kg/m <sup>3</sup>			30 kg/m <sup>3</sup>		
hp [m] \ ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04
0,25	3,622	4,930	6,439	4,449	6,055	7,909
0,30	4,347	5,916	7,727	5,339	7,266	9,491
0,35	5,071	6,902	9,015	6,228	8,477	11,073

Tabla 5-1 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 11

Fuente: Elaboración Propia

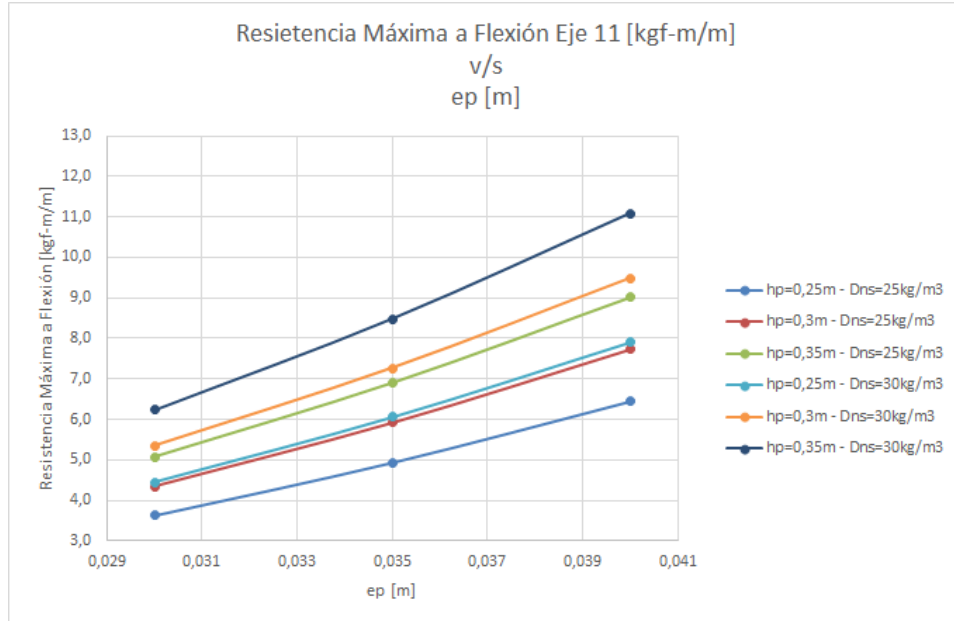


Figura 5-1 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 11

Fuente: Elaboración Propia

De las configuraciones estudiadas, se obtienen los siguientes resultados de demanda/resistencia por flexión:

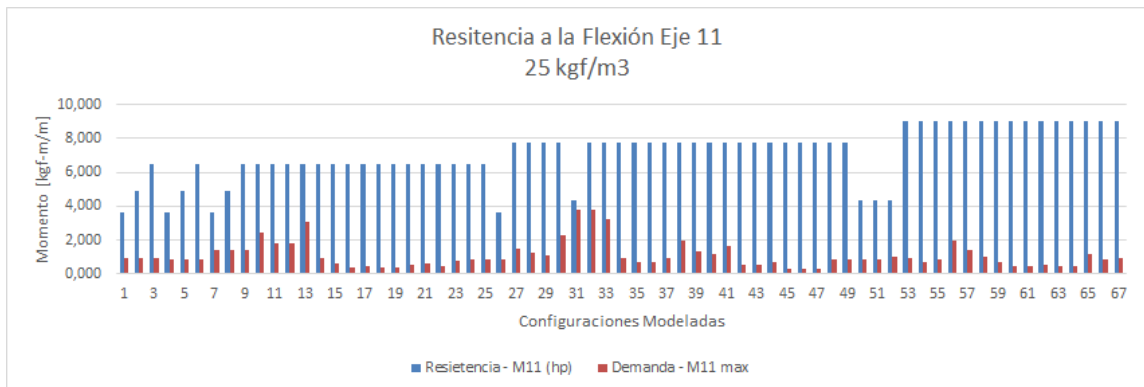
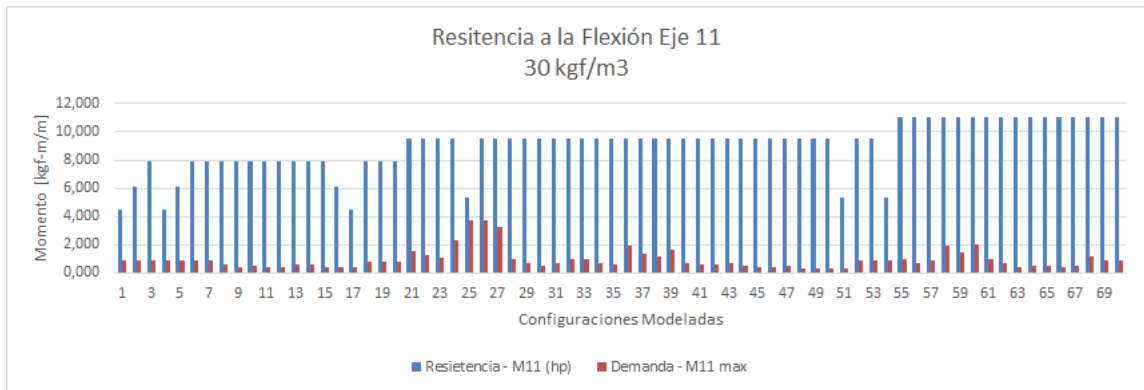


Figura 5-2 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 11 – 25kg/m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Donde se aprecia, que la resistencia a la flexión del tabique en el eje 11, en las configuraciones estudiadas, es siempre mayor a la demanda.



**Figura 5-3 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 11 – 30kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se evidencia que, la resistencia a la flexión del tabique en el eje 11, en las configuraciones estudiadas, es siempre mayor a la demanda.

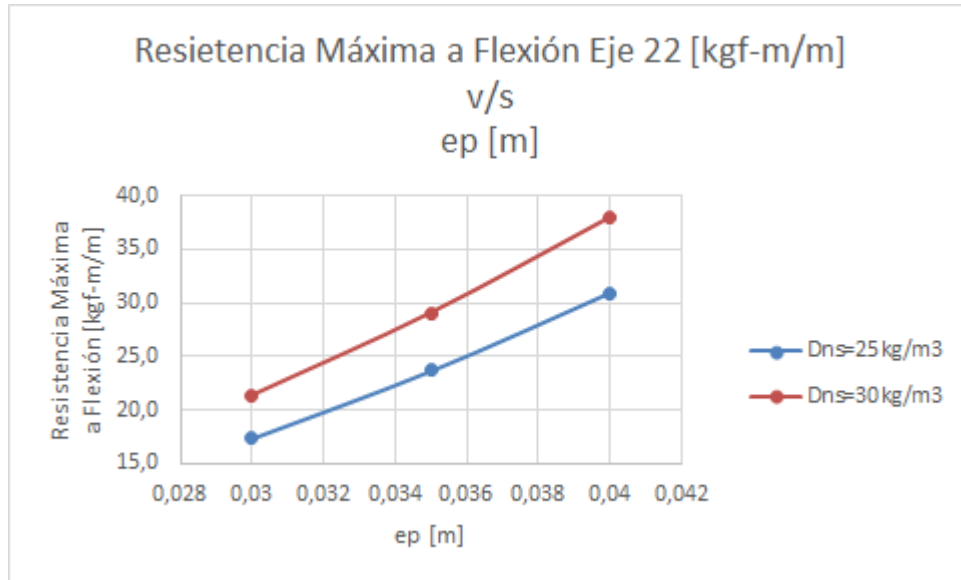
**5.2.1.2 Resistencia a la Flexión - Eje 22**

En el eje 22, la resistencia a la flexión del tabique depende del largo (Lt), que en el presente estudio es 1.2m, el espesor (ep) y de la densidad, según se ilustra en la siguiente tabla y subsiguiente gráfico.

M22 (Lt) [kgf-m/m]	ep [m]		
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	0,03	0,035	0,04
25	17,386	23,665	30,909
30	21,354	29,066	37,963

**Tabla 5-2 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 22**

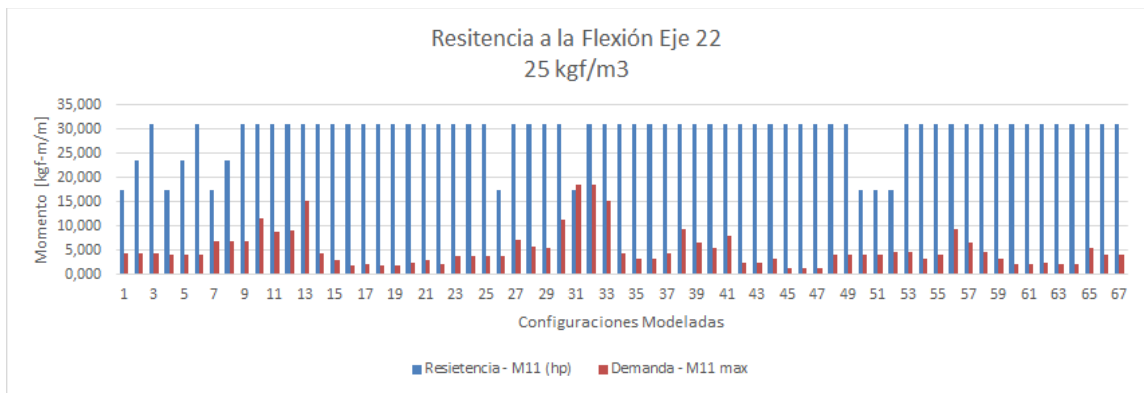
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 5-4 Resistencia Máxima a Flexión de Tabiques Eje 22**

Fuente: Elaboración Propia

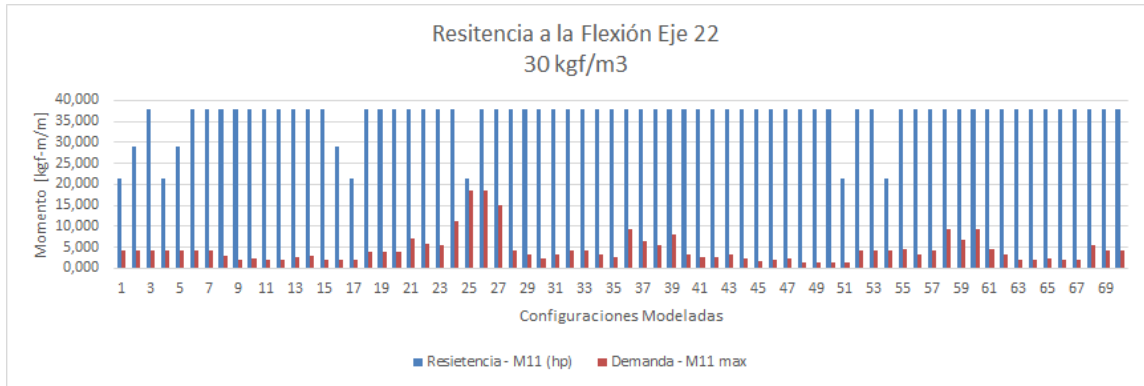
De las configuraciones estudiadas, se obtienen los siguientes resultados de demanda/resistencia por flexión:



**Figura 5-5 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 22 – 25kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se observa que la resistencia a la flexión del tabique en el eje 22, en las configuraciones estudiadas, es siempre mayor a la demanda.



**Figura 5-6 Demanda/Resistencia a Flexión Eje 22 – 30kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se manifiesta que, la resistencia a la flexión del tabique en el eje 22, en las configuraciones estudiadas, es siempre mayor a la demanda.

De estos resultados se entiende que, si bien es importante verificar el cumplimiento de la resistencia a flexión, **no es un parámetro de control al diseño.**

### 5.2.1.3 Resistencia al Corte - Eje 13

En el eje 13, la resistencia al corte del tabique depende del largo (Lt), que en el presente estudio es 1.2m, el espesor (ep) y de la densidad, según se ilustra en la siguiente tabla y subsiguiente gráfico.

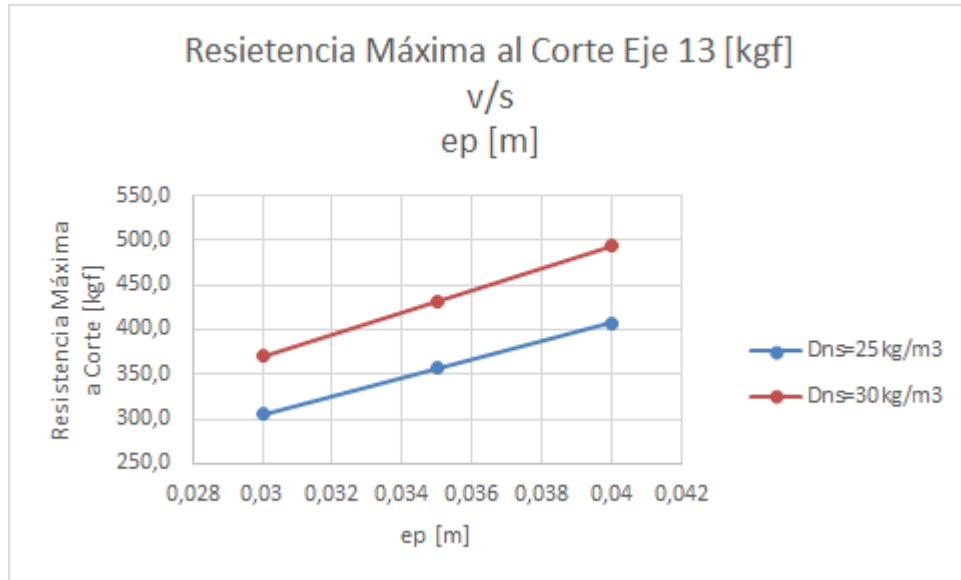
V13(Lt) [kgf]	ep [m]		
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	0,03	0,035	0,04
25	305,316	356,202	407,088
30	369,846	431,487	493,128

**Tabla 5-3 Resistencia Máxima a Compresión de Tabiques Eje 13**

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

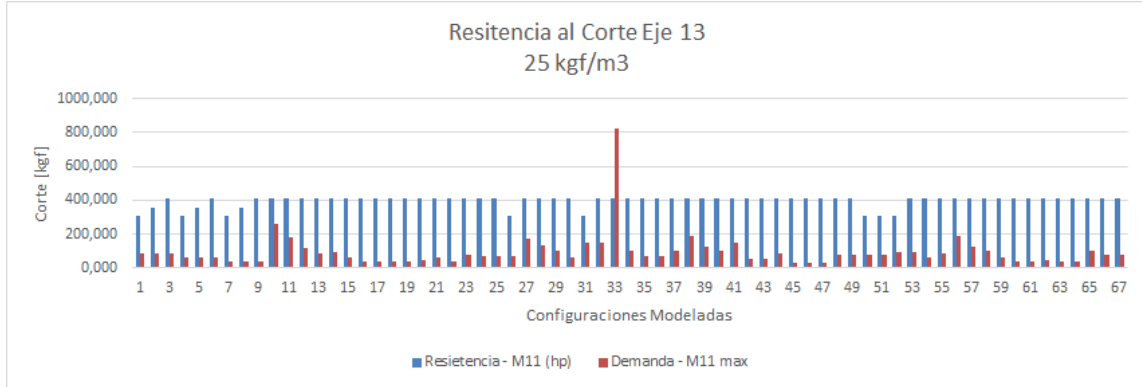
**ep:** Espesor del Tabique [m].



**Figura 5-7 Resistencia Máxima a compresión de Tabiques Eje 13**

Fuente: Elaboración Propia

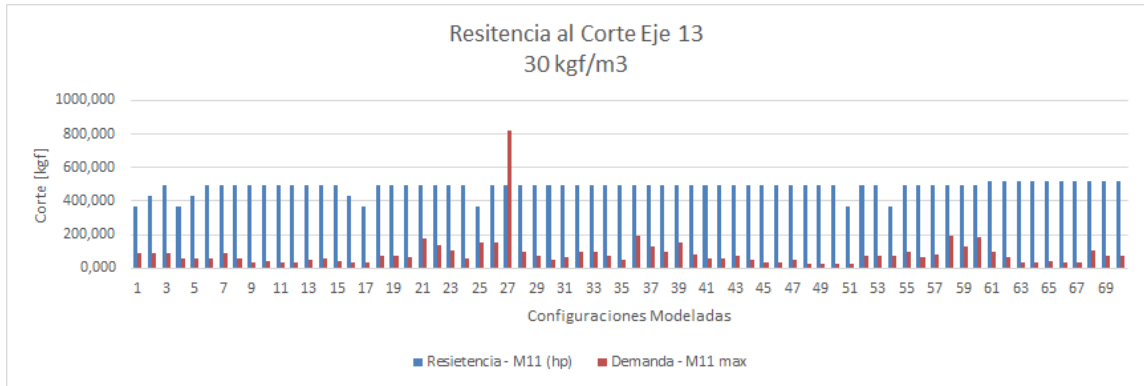
De las configuraciones estudiadas, se obtienen los siguientes resultados de demanda/resistencia a corte:



**Figura 5-8 Demanda/Resistencia a Corte Eje 13 – 25kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se aprecia que, la resistencia a corte del tabique en el eje 13, en las configuraciones estudiadas, el 99% de los casos es mayor a la demanda.



**Figura 5-9 Demanda/Resistencia a Corte Eje 13 – 30kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se observa que, la resistencia a corte del tabique en el eje 13, en las configuraciones estudiadas, el 99% de los casos es mayor a la demanda.

**5.2.1.4 Resistencia al Corte - Eje 23**

En el eje 23, la resistencia al corte del tabique depende de la altura (hp), el espesor (ep) y de la densidad, según se ilustra en la siguiente tabla y subsiguiente gráfico.

V23 (hp) [kgf]	25 kg/m <sup>3</sup>			30 kg/m <sup>3</sup>		
	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04
0,25	63,608	74,209	84,810	63,608	74,209	84,810
0,30	76,329	89,051	101,772	76,329	89,051	101,772
0,35	89,051	103,892	118,734	89,051	103,892	118,734

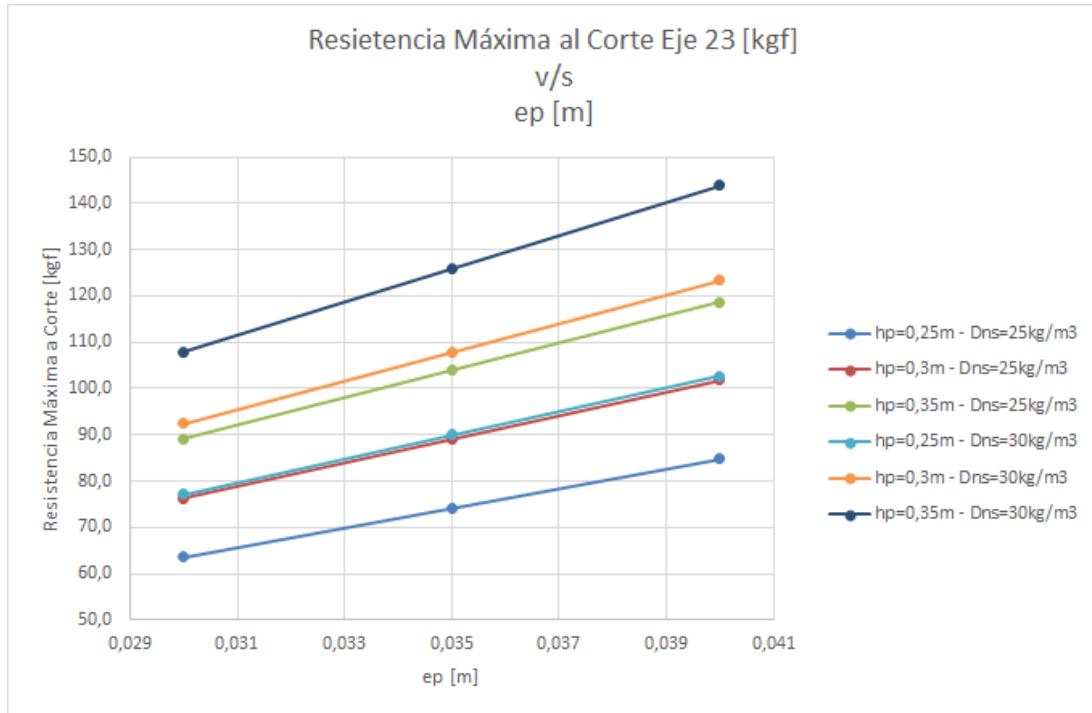
**Tabla 5-4 Resistencia Máxima a Corte de Tabiques Eje 23**

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

**hp:** Altura del Tabique [m].

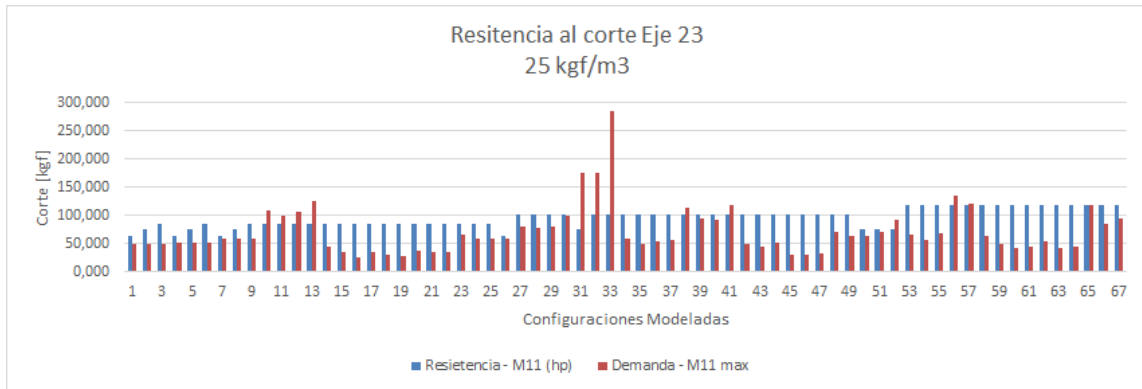
**ep:** Espesor del Tabique [m].



**Figura 5-10 Resistencia Máxima a Corte de Tabiques Eje 23**

Fuente: Elaboración Propia

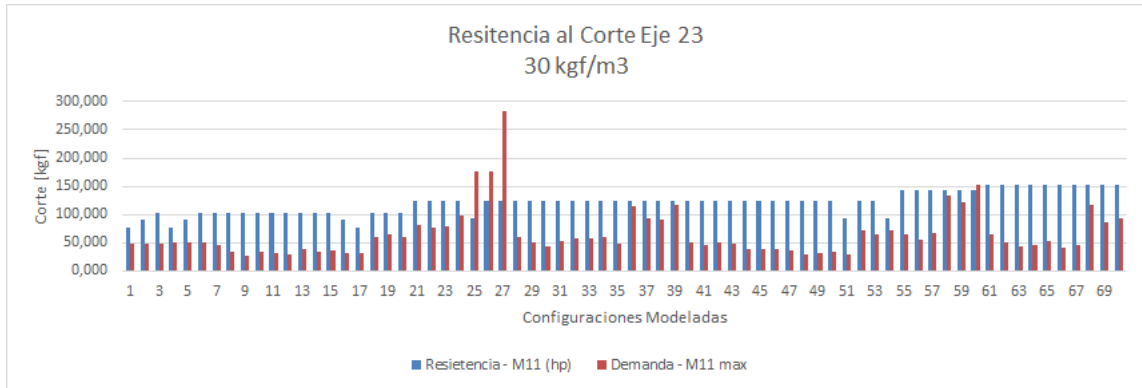
De las configuraciones estudiadas, se obtienen los siguientes resultados de demanda/resistencia a corte:



**Figura 5-11 Demanda/Resistencia a Corte Eje 23 – 25kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se evidencia que, la resistencia a corte del tabique en el eje 23, en las configuraciones estudiadas, no siempre es mayor a la demanda.



**Figura 5-12 Demanda/Resistencia a Corte Eje 23 – 30kg/m3**

Fuente: Elaboración Propia

Donde se manifiesta que, la resistencia a corte del tabique en el eje 23, en las configuraciones estudiadas, no siempre es mayor a la demanda.

De estos resultados, se entiende que, el eje 23 está más exigido que el 13, además que, si bien es importante verificar el cumplimiento de la resistencia al corte, dado que no siempre verifica, no es un parámetro de control al diseño.

### 5.2.2 Falla Local

La resistencia del tabique a la falla local por aplastamiento ( $R_{FL}$ ), depende tanto de la materialidad del tabique como del diámetro del conector ( $d_{conect}$ ), por lo que, dependiendo de la configuración elegida, el bloque cuenta con diferentes resistencias. Además, las diferentes configuraciones implican equilibrios de fuerzas diferentes, lo que varía las reacciones máximas en los conectores, que condicionan directamente la falla local.

En Tabla 5-5, se presenta la resistencia a la falla local por aplastamiento de los tabiques por densidad, y el porcentaje de cumplimiento de esta condición en las configuraciones estudiadas.

$R_{FL}$ [kgf/cm]	Densidad [kgf/m <sup>3</sup> ] / % Cumplimiento			
	25		30	
$d_{conect}$ [mm]				
4,2	1,25	0 %	1,55	0 %
5,0	1,49	0 %	1,84	0 %
6,0	1,78	0 %	2,21	3 %

**Tabla 5-5 Resistencia a Falla Local por diámetro de conector y porcentaje de cumplimiento**

Fuente: Elaboración Propia

De estos resultados se entiende que, la mayoría de las configuraciones estudiadas falla por aplastamiento local del tabique, por tanto, ésta es una **variable crítica de diseño**.

### 5.2.3 Resistencia a Tracción del Conector Transversal

La resistencia a tracción del conector transversal, depende directamente del diámetro de las barras. Considerando que, en función de las solicitaciones, el comportamiento se mantendrá en el rango elástico, podemos obtener la resistencia máxima antes de la fluencia de los conectores sometidos a tracción.

La siguiente tabla, presenta la resistencia de los conectores, por tipo de malla electrosoldada, considerados en el presente estudio:

Tipo	$d_{conect}$ [mm]	$L_p$ [cm]	$R_f$ [kgf]	$R_f/L_p$ [kgf/cm]	% Cumplimiento
15/0,42	4,2	15	692,72	46,18	100 %
10/0,42	4,2	10	692,72	69,27	100 %
10/0,5	5,0	10	981,74	98,175	100 %
15/0,6	6,0	15	1413,71	94,24	100 %

**Tabla 5-6 Resistencia conector Transversal**

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

**Tipo:** Nomenclatura de Malla Electrosoldada.

**$d_{conect}$ :** Diámetro del conector (barra de la malla) [mm].

**$L_p$ :** Distanciamiento de los conectores transversales (barras en la malla) [cm].

**$R_f$ :** Resistencia de fluencia de los conectores trasversales [kgf].

**$R_f/L_p$ :** Resistencia de fluencia de los conectores trasversales por unidad de largo [kgf/cm].

De estos resultados se entiende que, si bien es importante verificar el cumplimiento de la resistencia del conector transversal, no es un parámetro de control al diseño.

### 5.2.4 Resistencia a Flexión del Seguro Exterior

La resistencia a flexión del seguro exterior depende del diámetro de la barra, donde a mayor diámetro, mayor resistencia a la flexión.

### 5.3 Análisis de Deformaciones

En base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se revisará el comportamiento de los elementos que componen el bloque estudiado en cuanto a sus deformaciones.

#### 5.3.1 Deformaciones del Tabique

La deformación del tabique, depende de su materialidad, geometría, disposición y nivel de repeticiones de los apoyos. Dada la configuración del bloque y la dirección de las solicitaciones, la deformación de control es en el eje Y, perpendicular al área del tabique, paralelo a las solicitaciones.

En Tabla 5-7, se presenta el porcentaje de cumplimiento de la deformación de los bloques por tipo de tabique:

<b>Tabique Tipo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>% Cumplimiento</b>	79%	100%	42%	100%	100%	100%	100%

**Tabla 5-7 Cumplimiento Deformación del Tabique**

Fuente: Elaboración Propia

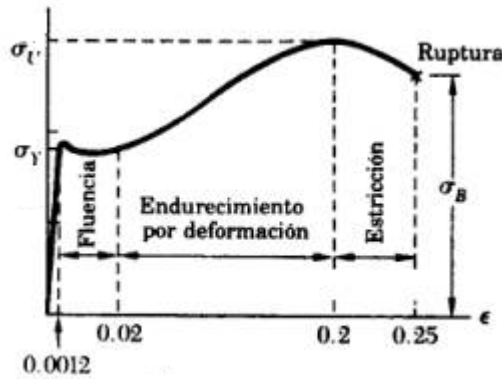
De estos resultados se entiende que, si bien es importante verificar el cumplimiento de la deformación del tabique, no es un parámetro de control al diseño

#### 5.3.2 Deformación del Conector

Debido al hecho de que la rigidez del acero es casi 3 veces mayor a la del EPS ( $E_{\text{acero}}=2.100.000 \text{ [kgf/cm}^2] \gg E_{\text{EPS}}=800.000 \text{ [kgf/cm}^2]$ ), para realizar la modelación de los tabiques, se consideró a los conectores como elementos indeformables, limitantes del desplazamiento en dirección perpendicular al tabique.

Por lo que, para validar este supuesto, las fuerzas resultantes de los modelos deben ser consistentes con deformaciones cercana a 0.

Considerando el comportamiento del acero, en su relación esfuerzo deformación, sabemos que hasta el límite de fluencia presenta un comportamiento elástico, con una deformación aproximada hasta antes de la fluencia de 0,0012 (0,12%), según ejemplifica el siguiente gráfico de esfuerzo v/s deformación del acero.



**Figura 5-13 Esfuerzo v/s Deformación del Acero**

Fuente: Resistencia de Materiales – L. Gonzáles O. [28]

### 5.3.2.1 Deformación del Conector Transversal a Tracción

En la transversal, en el caso más desfavorable, dado que los bloques apuntan a generar paneles no mayores a 0,35m, la deformación hasta antes de la fluencia sería de 0,42mm, la que en comparación con las deformaciones del panel, el marco del presente estudio, se considera cercana a 0.

Por tanto, verificando que las solicitaciones de los conectores trasversales, no superen la resistencia hasta antes de la fluencia, verificación realizada en el punto anterior 5.2.3 Resistencia a Tracción del Conector Transversal, se valida el supuesto de conectores trasversales indeformables.

### 5.3.2.2 Deformación del Seguro Exterior

En la longitudinal, la deformación del seguro exterior depende de su materialidad, geometría. En el marco del presente estudio, se consideró una deformación máxima de 1.0mm. La siguiente tabla, presenta el porcentaje de cumplimiento de la deformación de los seguros exteriores por tipo de malla electrosoldada:

Tipo	d <sub>conect</sub> [mm]	L <sub>p</sub> [cm]	def <sub>max</sub> [mm]	% Cumplimiento
15/0,42	4,2	15	4,10	14 %
10/0,42	4,2	10	0,81	100 %
10/0,5	5,0	10	0,40	100 %
15/0,6	6,0	15	0,98	100 %

**Tabla 5-8 Resistencia conector Transversal**

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

**Tipo:** Nomenclatura de Malla Electrosoldada.

**d<sub>conect</sub>:** Diámetro del conector (barra de la malla) [mm].

**L<sub>p</sub>:** Distanciamiento de los conectores transversales (barras en la malla) [cm].

**def<sub>max</sub>:** Deformación máxima de Seguro Exterior en configuraciones estudiadas [mm].

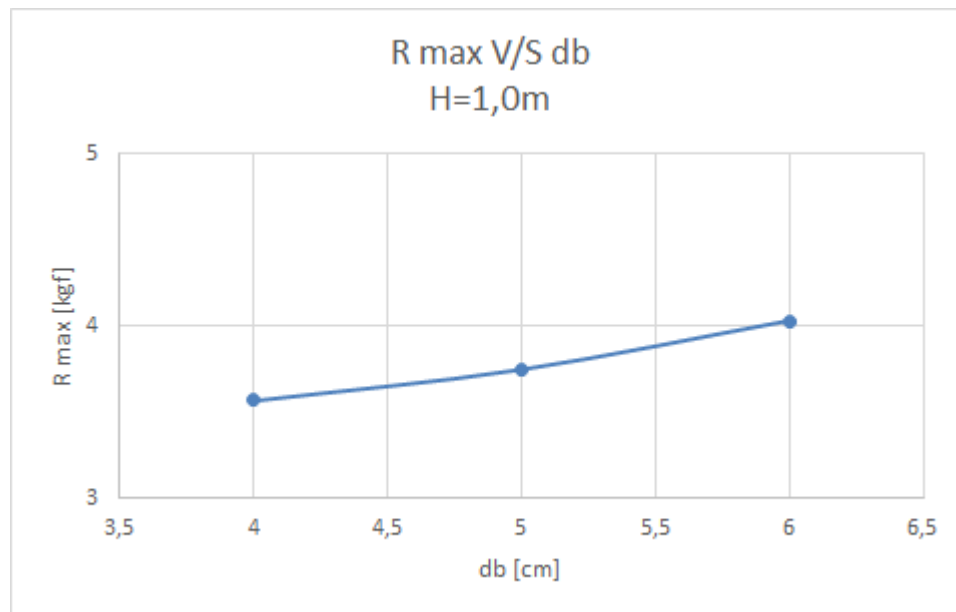
De estos resultados se entiende que, si bien es importante verificar el cumplimiento de la deformación del seguro exterior, no es un parámetro de control al diseño.

## 5.4 Análisis General

Los resultados obtenidos, nos indican que el criterio predominante es la falla local al aplastamiento. Con el fin de lograr verificar este criterio, la configuración óptima dependerá de disminuir lo más posible la reacción máxima en el conector, cuidando mantener los criterios de esfuerzo y deformación verificados.

### 5.4.1 Tabique Tipo 1 (hp=25cm; N<sup>o</sup>f=2)

En el caso del Tabique tipo 1, el distanciamiento de los conectores, permite reducir la reacción máxima hasta la configuración que falla por deformación en el centro de la pieza, según muestra el siguiente gráfico:



**Figura 5-14 R max v/s db Tabique Tipo 1**

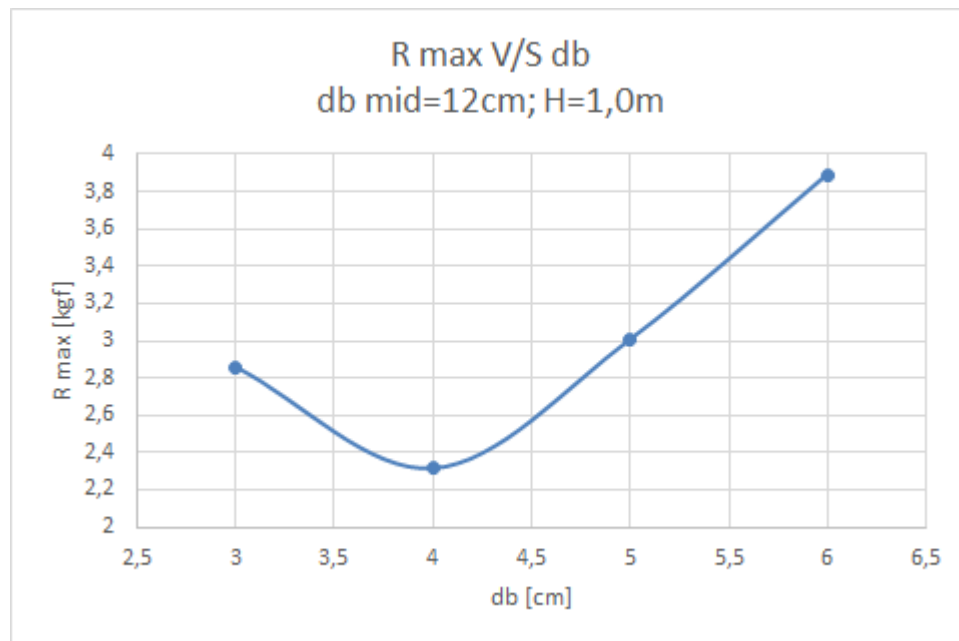
Fuente: Elaboración propia

Donde la falla por deformación al centro de la pieza da lugar con  $db=4\text{cm}$ .

Cabe destacar que, ni en la mejor configuración encontrada ( $db=4\text{cm}$ ;  $e=4\text{cm}$ ) para la menor altura de hormigonado ( $H=1,0\text{m}$ ) y la mayor densidad ( $30\text{ kg/m}^3$ ), la reducción de la reacción en el conector evita la falla local por aplastamiento ( $R_{\text{max}}=3,57\text{Kgf} > R_{\text{FL}}=2,21\text{kgf}$ ), según los datos obtenidos presentados ANEXO II-1 Tabique tipo 1 ( $hp=25\text{cm}$ ;  $N^{\circ}f=2$ ).

#### 5.4.2 Tabique Tipo 2 ( $hp=25\text{cm}$ ; $N^{\circ}f=3$ )

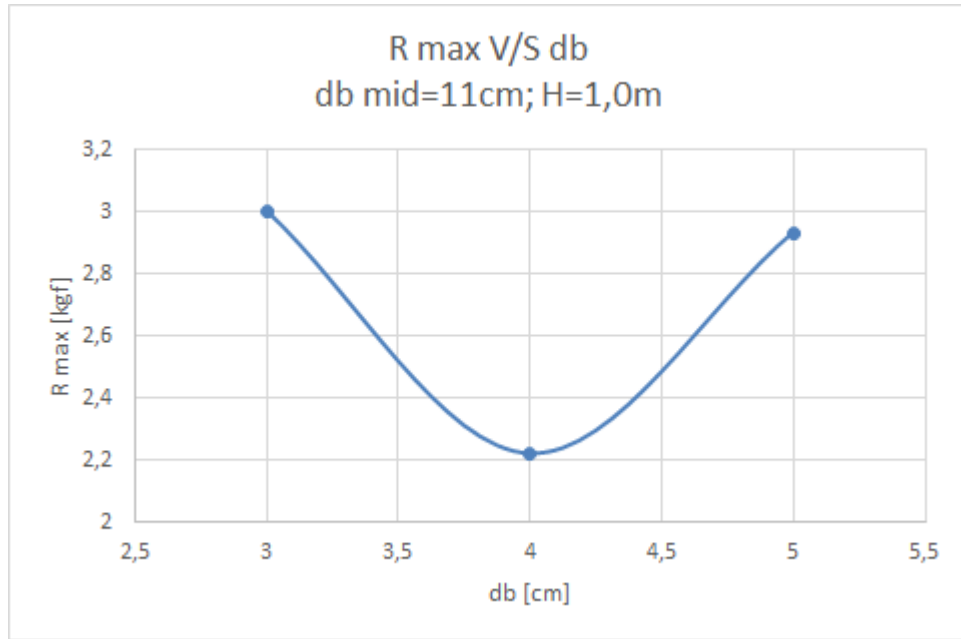
En el caso del Tabique tipo 2, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima según los siguientes gráficos:



**Figura 5-15 R max v/s db Tabique Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

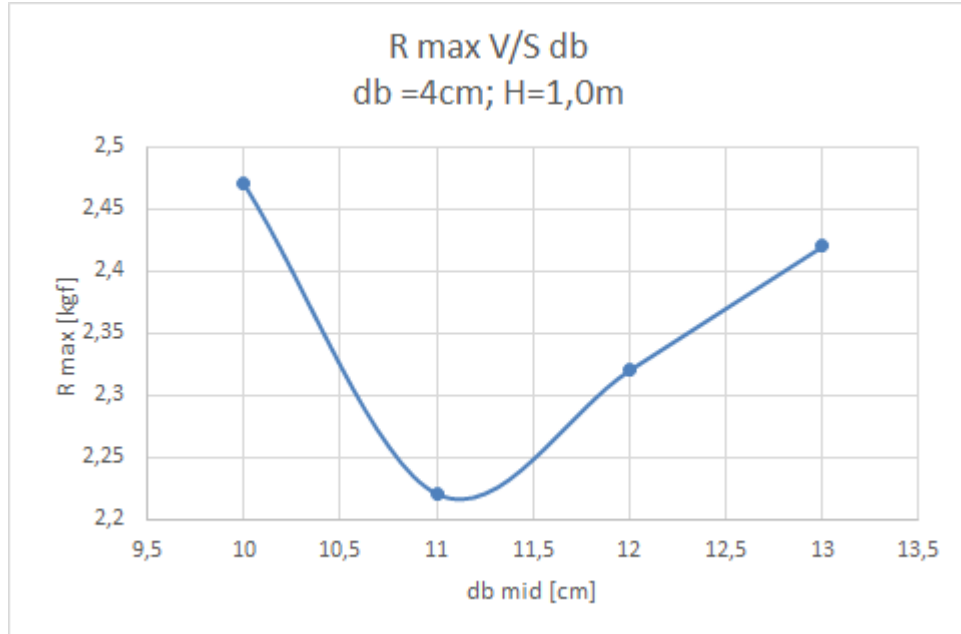
Donde para el caso de  $db\text{ mid}= 12\text{ cm}$ , la reacción máxima más baja se da con  $db= 4\text{ cm}$ .



**Figura 5-16 R max v/s db Tabique Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de db mid= 11 cm, la reacción máxima más baja se da con db= 4 cm



**Figura 5-17 R max v/s db Tabique Tipo 2**

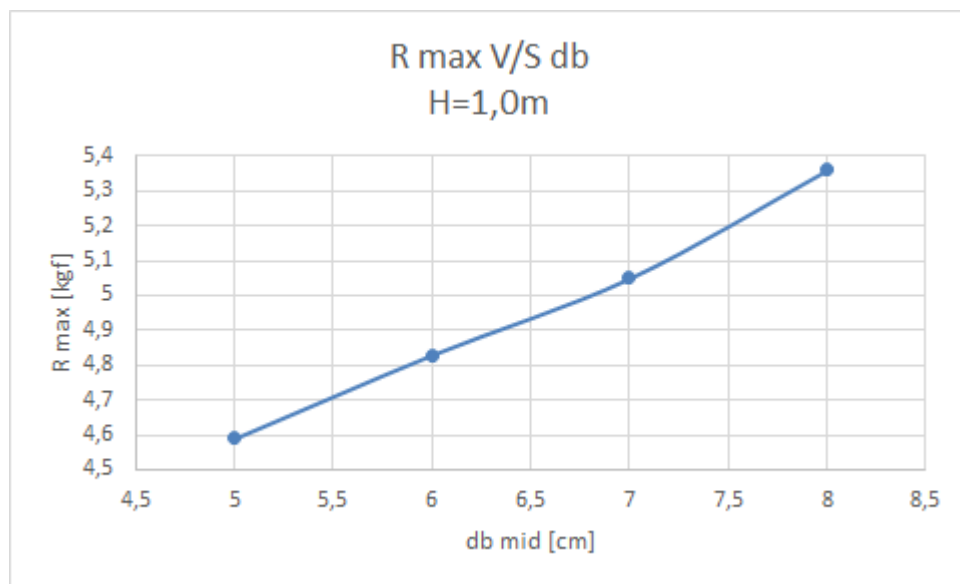
Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db= 4$  cm, la reacción máxima más baja se da con  $db\ mid= 11$  cm. Configuración que cumple los criterios de esfuerzo/deformación del panel, con la densidad más baja y el espesor mínimo, pero no verifica la falla local.

Cabe destacar que, en la mejor configuración encontrada ( $db= 4$  cm;  $db\ mid= 12$  cm;  $e= 3$  cm) para la menor altura de hormigonado ( $H= 1,0$  m) y la mayor densidad ( $30\ kg/m^3$ ), la reducción de la reacción en el conector, se acerca a evitar la falla local por aplastamiento, pero no es suficiente ( $R_{max}= 2,32\ kgf > R_{FL}= 2,21\ kgf$ ), según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-2 Tabique tipo 2 ( $hp=25cm$ ;  $N^of=3$ ).

### 5.4.3 Tabique Tipo 3 ( $hp=30cm$ ; $N^of=2$ )

En el caso del Tabique tipo 3, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima según los siguientes gráficos:



**Figura 5-18 R max v/s db Tabique Tipo 3**

Fuente: Elaboración propia

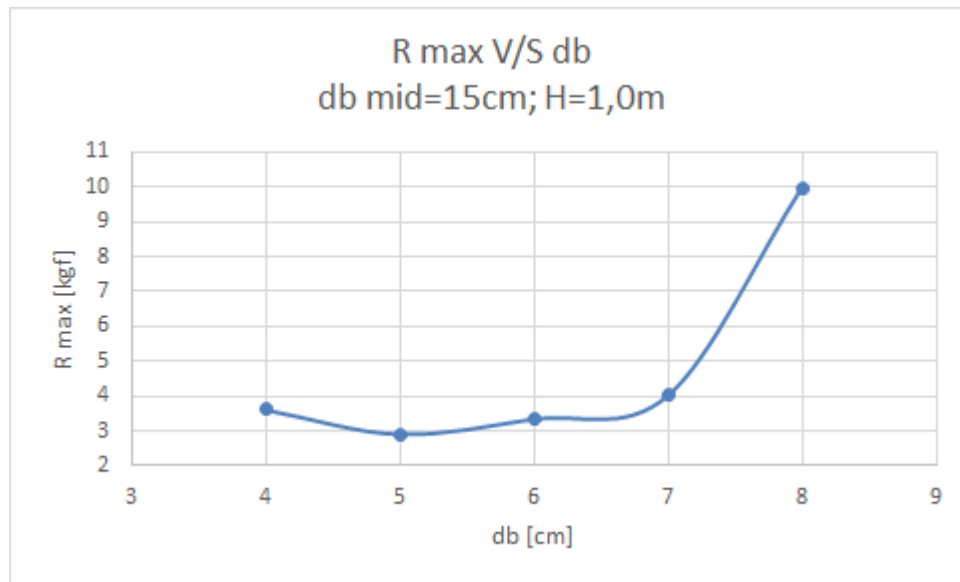
Donde la falla por deformación de la pieza da lugar con  $db=5cm$ .

Cabe destacar que, ni en la mejor configuración encontrada ( $db= 5$  cm;  $e= 4$  cm) para la menor altura de hormigonado ( $H= 1,0$  m) y la mayor densidad ( $30\ kg/m^3$ ), la reducción de la reacción en el conector se acerca a evitar la falla local por aplastamiento, pero es

suficiente ( $R_{max}= 4,59 \text{ kgf} > R_{FL}= 2,21 \text{ kgf}$ ), según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-3 Tabique tipo 3 ( $hp=30\text{cm}$ ;  $N^{\circ}f=2$ ).

#### 5.4.4 Tabique Tipo 4 ( $hp=30\text{cm}$ ; $N^{\circ}f=3$ )

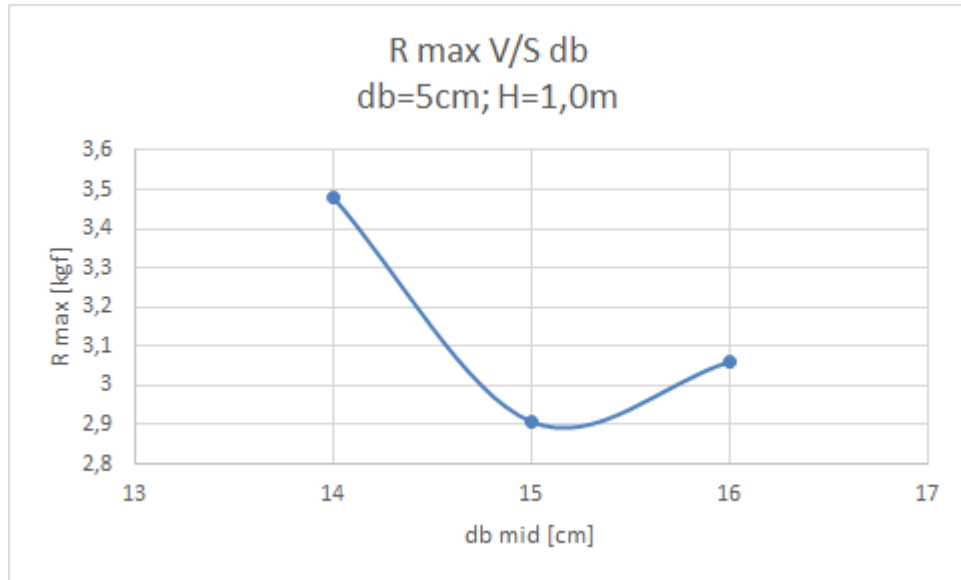
En el caso del Tabique tipo 4, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima hasta la configuración, que falla por deformación en el centro de la pieza, según muestra el siguiente gráfico:



**Figura 5-19 R max v/s db Tabique Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db \text{ mid}= 15 \text{ cm}$ , la reacción máxima más baja se da con  $db= 5 \text{ cm}$ .



**Figura 5-20 R max v/s db Tabique Tipo 4**

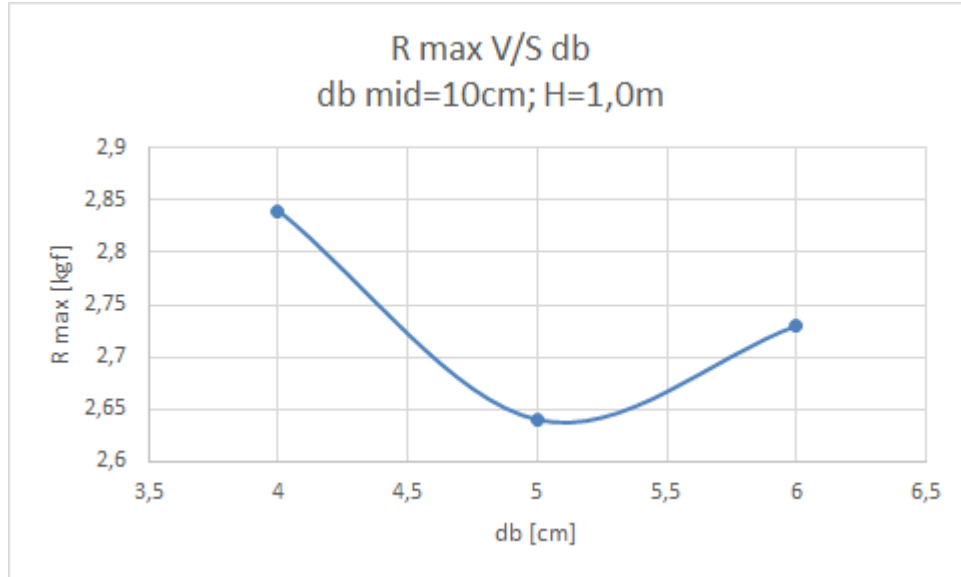
Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db=5\text{ cm}$ , la reacción máxima más baja se da con  $db\text{ mid}=15\text{ cm}$ . Configuración que cumple los criterios de esfuerzo/deformación del panel, pero no verifica la falla local.

Cabe destacar que, en la mejor configuración encontrada ( $db=5\text{ cm}$ ;  $db\text{ mid}=15\text{ cm}$ ;  $e=4\text{ cm}$ ) para la menor altura de hormigonado ( $H=1,0\text{ m}$ ) y la mayor densidad ( $30\text{ kg/m}^3$ ), la reducción de la reacción en el conector se acerca a evitar la falla local por aplastamiento, pero no llega a ser suficiente ( $R_{\text{max}}=2,91\text{ kgf} > R_{\text{FL}}=2,21\text{ kgf}$ ), según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-4 Tabique tipo 4 ( $hp=30\text{ cm}$ ;  $N^{\circ}f=3$ ).

**5.4.5 Tabique Tipo 5 (hp=30cm; N<sup>o</sup>f=4)**

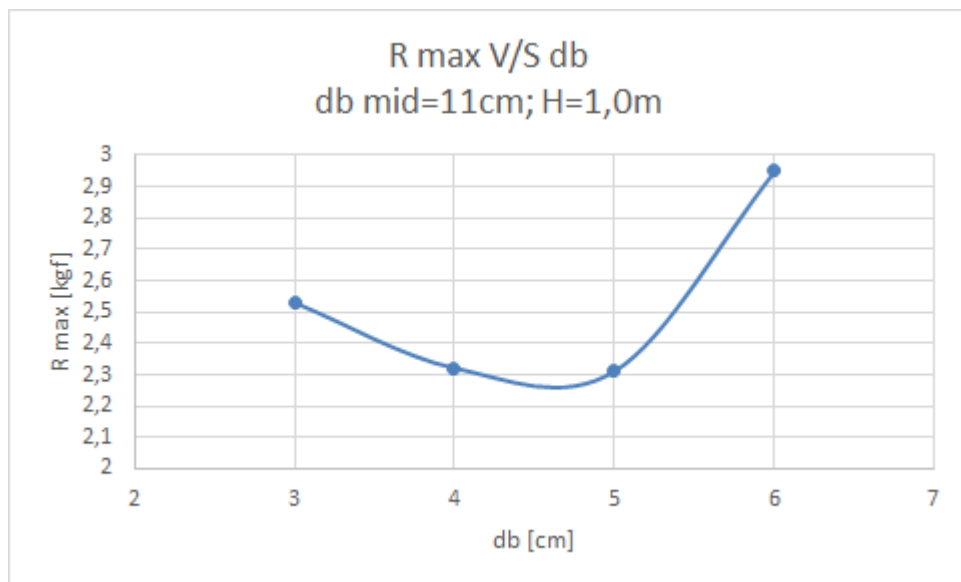
En el caso del Tabique tipo 5, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima según los siguientes gráficos:



**Figura 5-21 R max v/s db Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

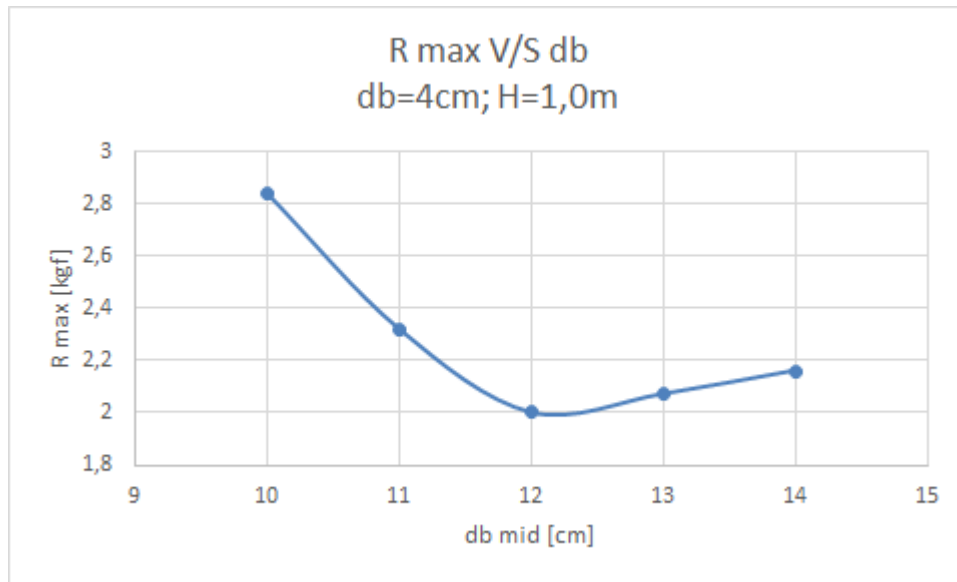
Donde para el caso de db mid= 10 cm, la reacción máxima más baja se da con db= 5 cm



**Figura 5-22 R max v/s db Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

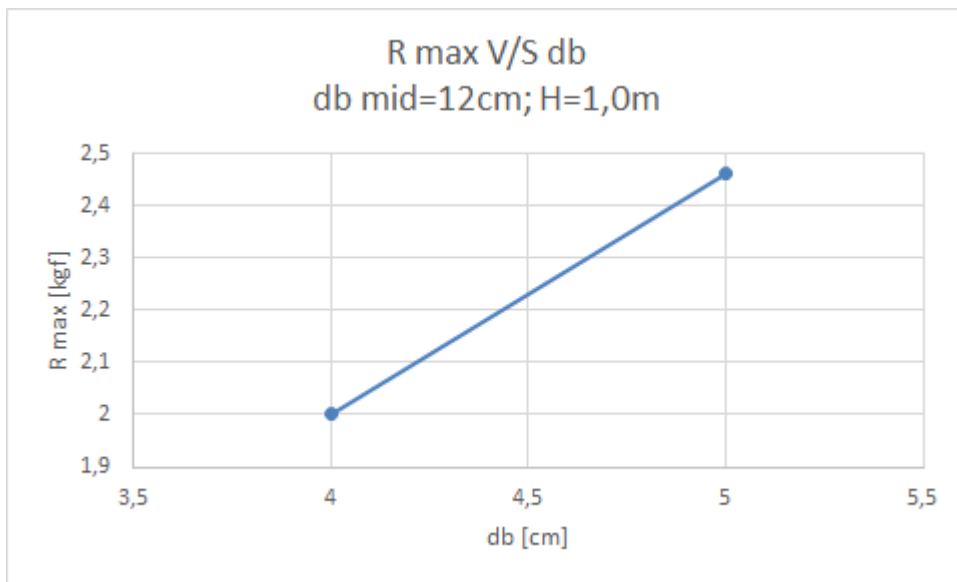
Donde para el caso de  $db\ mid= 11\ cm$ , las reacciones máximas más baja ( $R_{max}= 2,31\ kgf$  y  $R_{max}= 2,32\ kgf$ ) se da con  $db= 5\ cm$  y  $db= 4\ cm$ , respectivamente.



**Figura 5-23 R max v/s db Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db= 4\ cm$ , la reacción máxima más baja se da con  $db\ mid= 12\ cm$ .



**Figura 5-24 R max v/s db Tabique Tipo 5**

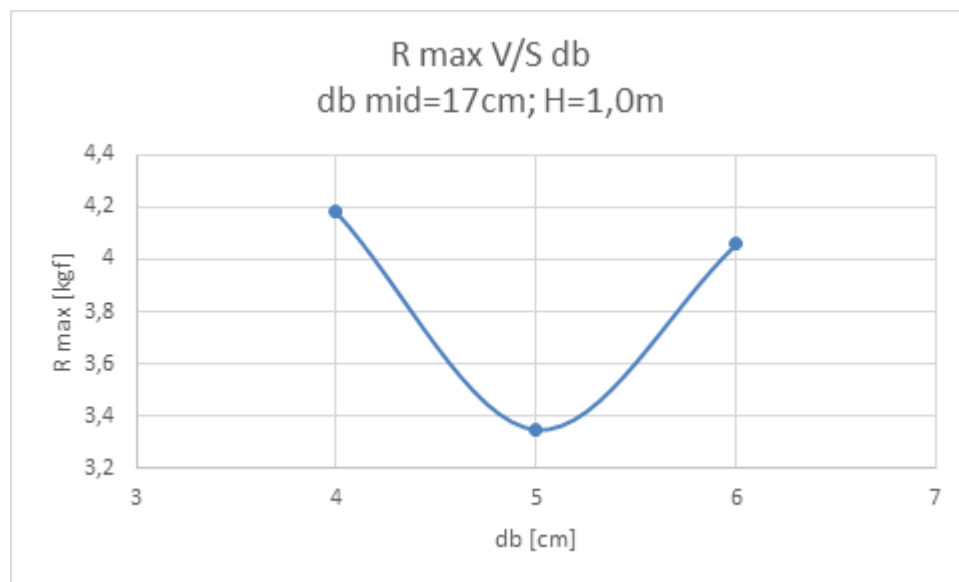
Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db\ mid= 12\ cm$ , la reacción máxima más baja se da con  $db= 4\ cm$ .

Cabe destacar que, en la mejor configuración encontrada ( $db= 4 \text{ cm}$ ;  $db \text{ mid}= 12 \text{ cm}$ ;  $e= 3 \text{ cm}$ ) para la menor altura de hormigonado ( $H= 1,0 \text{ m}$ ) y la mayor densidad ( $30 \text{ kg/m}^3$ ), la reducción de la reacción en el conector evita la falla local por aplastamiento ( $R_{\max}=2,0\text{kgf} < R_{FL}=2,21 \text{ kgf}$ ), para los conectores de 6mm, según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-5 Tabique tipo 5 ( $hp=30\text{cm}$ ;  $N^{\circ}f=4$ ).

#### 5.4.6 Tabique Tipo 6 ( $hp=35\text{cm}$ ; $N^{\circ}f=3$ )

En el caso del Tabique tipo 6, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima según los siguientes gráficos:



**Figura 5-25 R max v/s db Tabique Tipo 6**

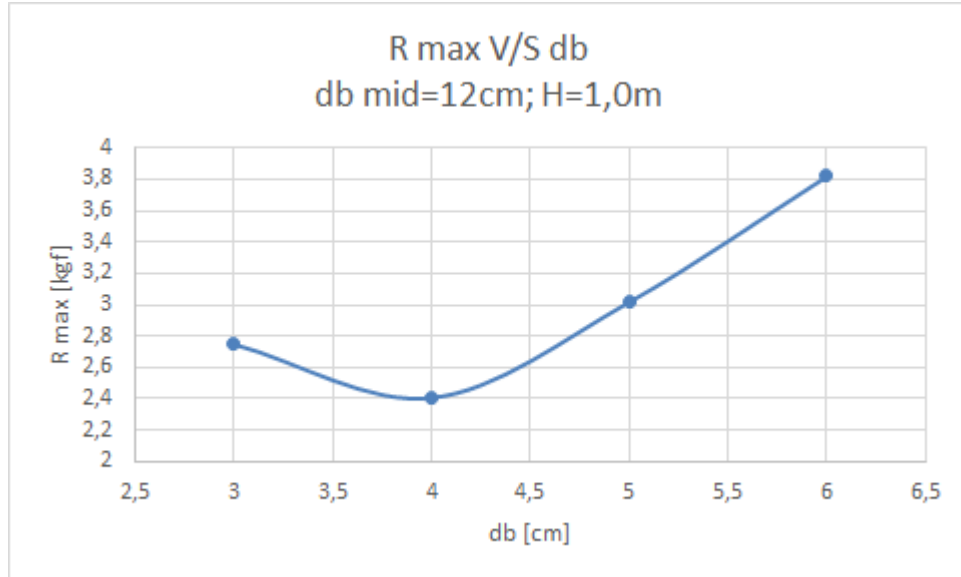
Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db \text{ mid}= 17 \text{ cm}$ , la reacción máxima más baja se da con  $db= 5 \text{ cm}$ . Configuración que cumple los criterios de esfuerzo/deformación, pero no verifica la falla local.

Cabe destacar que, ni en la mejor configuración encontrada ( $db= 5 \text{ cm}$ ;  $db \text{ mid}= 17 \text{ cm}$ ;  $e= 4 \text{ cm}$ ) para la menor altura de hormigonado ( $H= 1,0 \text{ m}$ ) y la mayor densidad ( $30 \text{ kg/m}^3$ ), la reducción de la reacción en el conector se acerca a evitar la falla local por aplastamiento, pero es suficiente ( $R_{\max}=3,35 \text{ kgf} > R_{FL}=2,21 \text{ kgf}$ ), según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-6 Tabique tipo 6 ( $hp=35\text{cm}$ ;  $N^{\circ}f=3$ ).

**5.4.7 Tabique Tipo 7 (hp=35cm; N<sup>o</sup>f=4)**

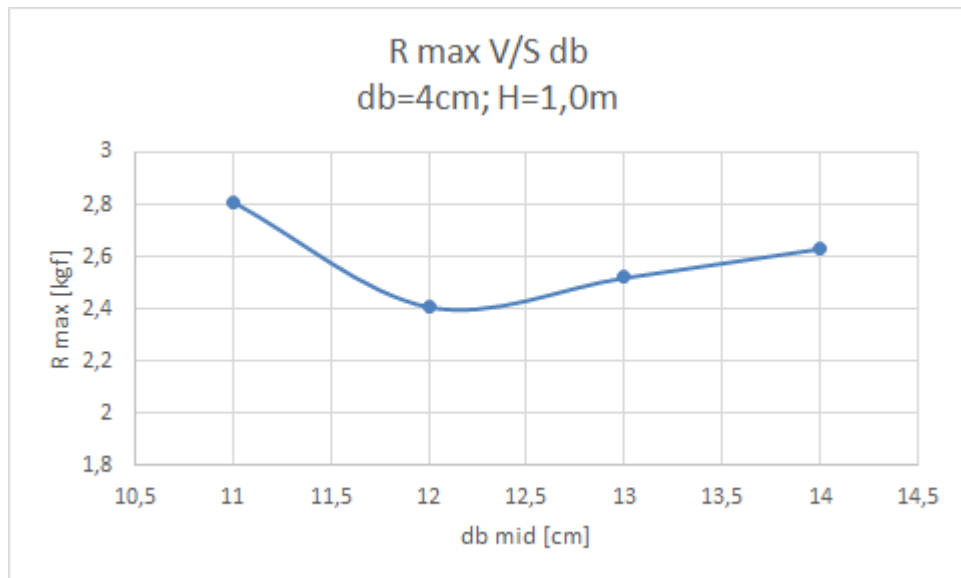
En el caso del Tabique tipo 7, el distanciamiento de los conectores permite reducir la reacción máxima según los siguientes gráficos:



**Figura 5-26 R max v/s db Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de db mid= 12 cm, las reacciones máximas más baja ( $R_{max}= 2,41$  kgf) se da con db= 4 cm.



**Figura 5-27 R max v/s db Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Donde para el caso de  $db = 4$  cm, la reacción máxima más baja ( $R_{max} = 2,41$  kgf) se da con  $db_{mid} = 12$  cm.

Cabe destacar que, en la mejor configuración encontrada ( $db = 4$  cm;  $db_{mid} = 12$  cm;  $e = 4$  cm) para la menor altura de hormigonado ( $H = 1,0$  m) y la mayor densidad ( $30$  kg/m<sup>3</sup>), la reducción de la reacción en el conector se acerca a evitar la falla local por aplastamiento, pero no llega a ser suficiente ( $R_{max} = 2,41$  kgf >  $R_{FL} = 2,21$  kgf), según los datos obtenidos presentados en ANEXO II-7 Tabique tipo 7 ( $hp = 35$  cm;  $N^{\circ}f = 4$ ).

## 5.5 Geometría Propuesta

Finalmente, se determinó que la geometría que mejor cumple con los requerimientos establecidos es la siguiente:

### 5.5.1 Tabique

Característica	Dimensión
<i>Altura (hp)</i>	0,30 m
<i>Longitud (Lt)</i>	1,20 m
<i>Espesor (ep)</i>	30 mm
<i>Densidad</i>	30 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 5-9 Geometría Propuesta Tabique**

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2 Conectores

Característica	Dimensión
<i>N<sup>o</sup>f</i>	4
<i>db Top/Bot</i>	4 cm
<i>db Mid t/Mid b</i>	12 cm
<i>Lp</i>	15 cm
<i>Materialidad</i>	Acero AT 56 50 H, D=6.0mm
<i>Tipo de amarre</i>	Alambre galvanizado #14
<i>Cantidad de amarre</i>	2 vueltas

**Tabla 5-10 Geometría propuesta Conectores**

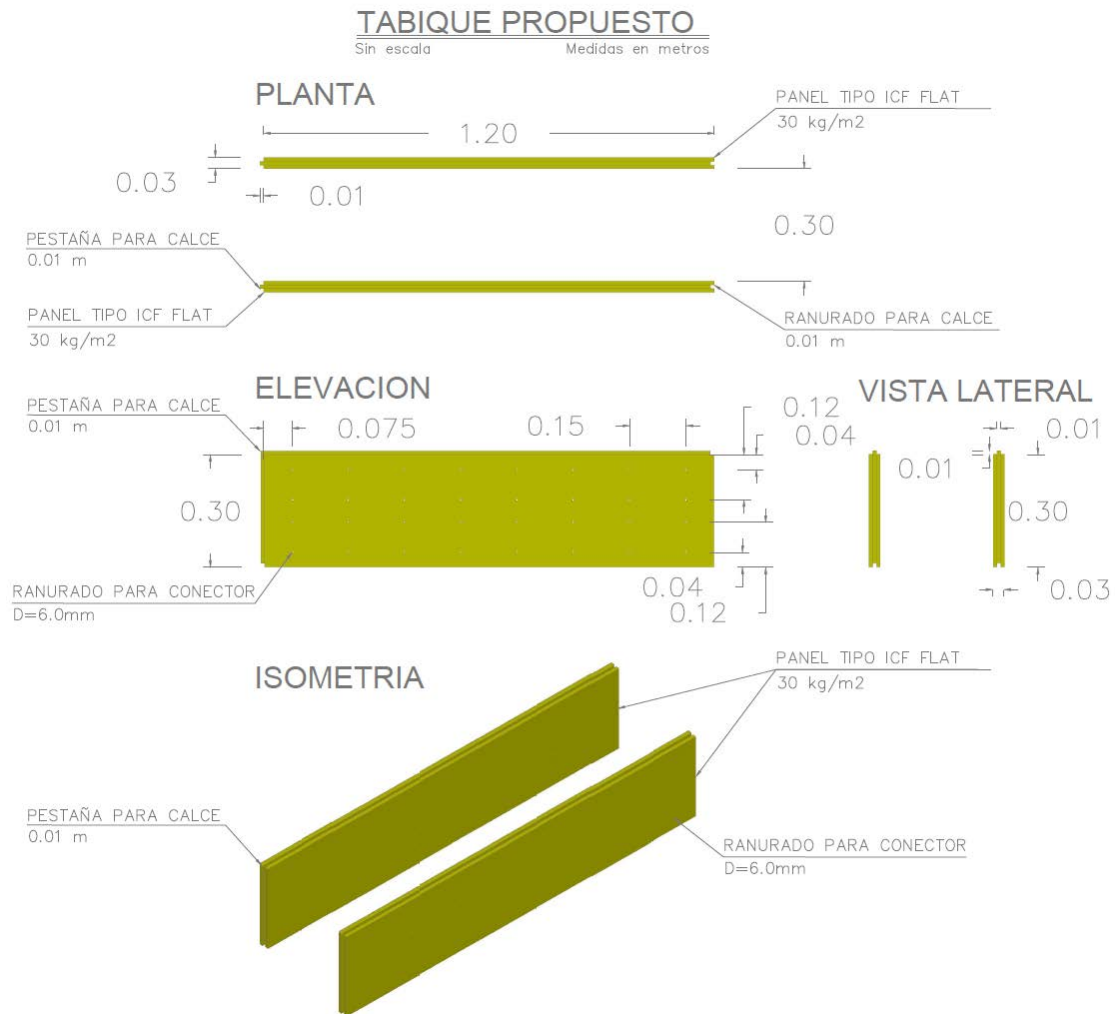
Fuente: Elaboración propia

Configuración que, a una altura de hormigonado de 1,0 m, cumple con los criterios de diseño, evita la falla local por aplastamiento.

Cabe destacar, que el armado del conector deberá cumplir con la normativa, *NCh 1174 Of 77*, *NCh 219 Of. 77*, *NCh 1173 Of. 77* y *NCh 219 Of. 77*, las que establecen procedimientos y requisitos para mallas electrosoldadas y alambres de amarre.

**5.5.3 Modelo 3D**

**5.5.3.1 Tabique Propuesto**

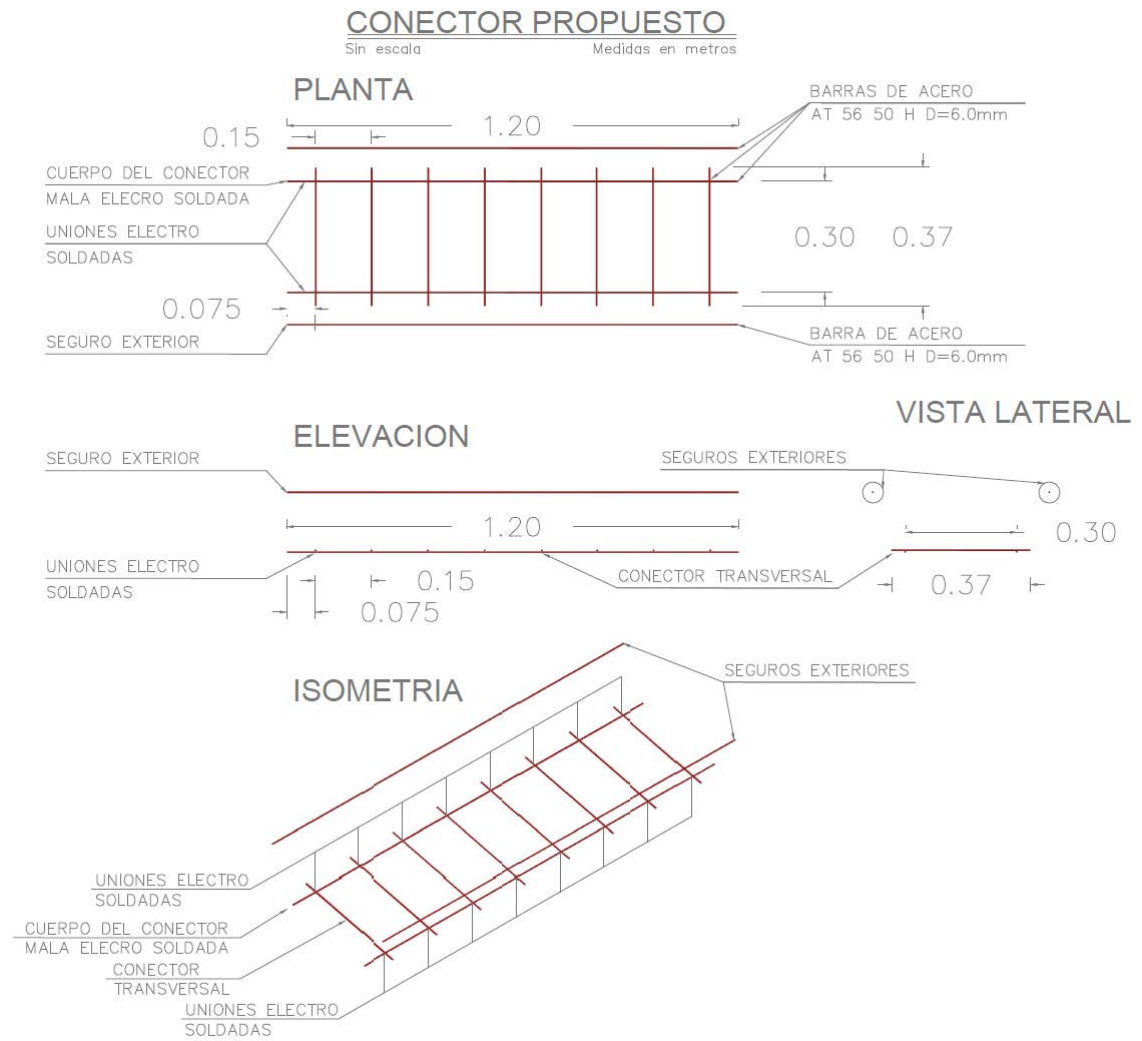


**Figura 5-28 Geometría Tabique Propuesto**

Medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3.2 Conector Propuesto

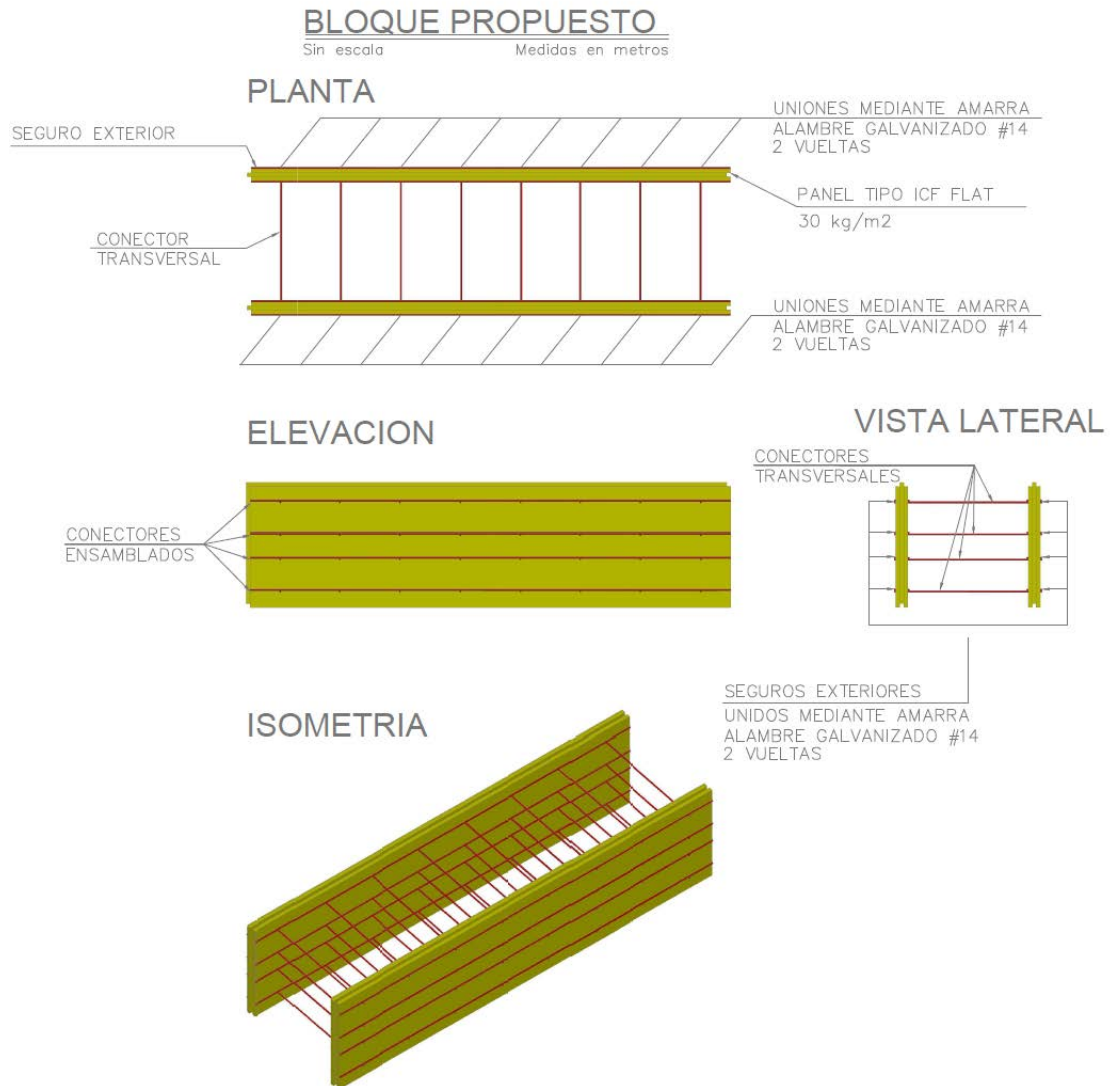


**Figura 5-29 Geometría Conector Propuesto**

Medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3.3 *Bloque Propuesto*

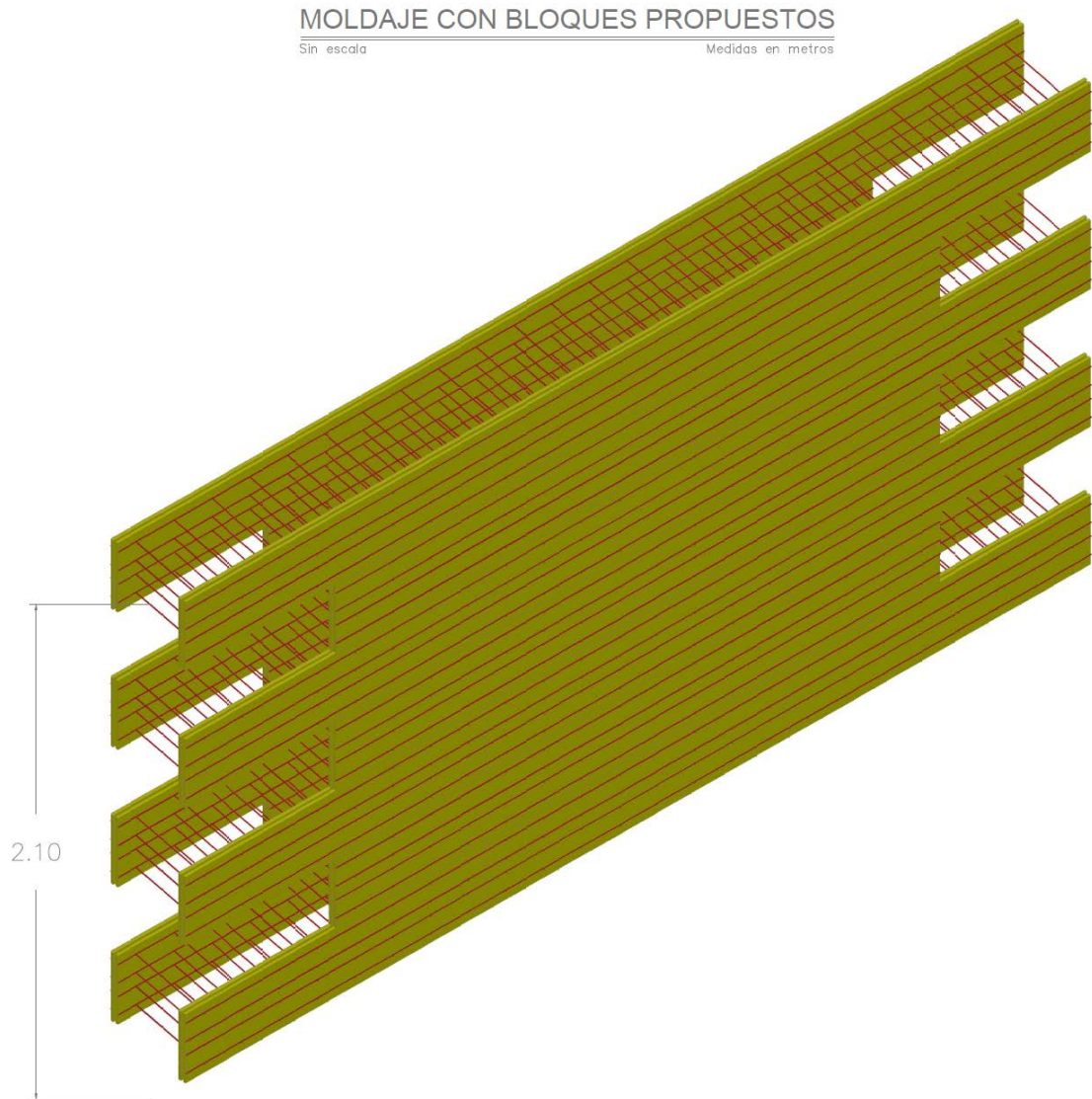


**Figura 5-30 Geometría Bloque Propuesto**

Medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia

**5.5.3.4 Moldaje con Bloques Propuestos**



**Figura 5-31 Geometría Propuesta Moldaje**

Medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

La presente sección tiene por objetivo presentar las conclusiones del estudio de optimización de bloques ICF tipo Flat desarrollado en el presente informe.

La utilización de moldajes ICF presenta varias ventajas comparativas en relación al modelo tradicional, dada su naturaleza, al formar parte integral del panel a construir aporta eficiencia en la construcción, evitando el descimbre, traslado y reutilización de piezas de contención, aportando además valor agregado al brindar ventajas adicionales como un mejor nivel de terminación, aislación térmica y acústica.

La alternativa planteada presente varias ventajas comparativas intrínsecas en relación al bloque ICF tradicional, ya que su modalidad desmontada permite construir los bloques en terreno a partir de piezas individuales lo que disminuye su volumen de transporte y almacenaje, mejorando además la manejabilidad, permitiendo más eficiencia y economía en estas partidas.

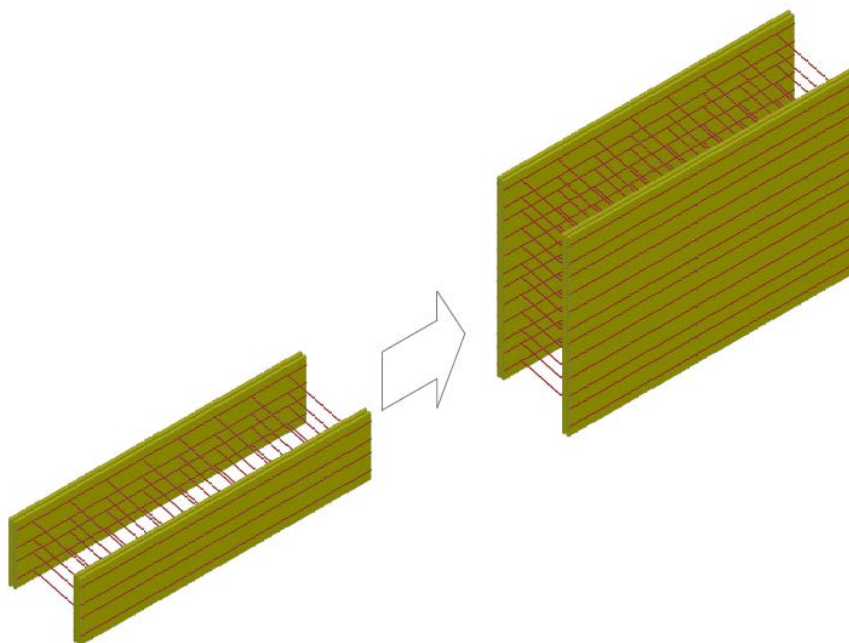
Los resultados obtenidos nos permiten ratificar que las simplificaciones consideradas para la modelación de los bloques fueron acertadas, dado que las reacciones y deformaciones obtenidas de los modelos trabajados, permitieron verificar los supuestos planteados en la mayoría de los casos.

Dado que las solicitaciones consideradas establecen presiones máximas en función de ensayos empíricos y normativa internacional, es posible mejorar esta variable considerando métodos constructivos actuales como la utilización de hormigones autocompactantes, lo que aliviaría la carga sobre los tabiques y permitiría disminuir restricciones. No obstante, se consideró mejor asumir una construcción tradicional, con el fin de obtener un resultado más robusto, que no dependa del tipo de hormigonado a utilizar.

El análisis de los resultados obtenidos nos permite concluir que, en general, el EPS cuenta con las características necesarias para soportar la faena de hormigonado, dado que presenta un buen comportamiento en cuanto a resistencia y deformación. Respecto a su

resistencia, el tabique cumple con los criterios de resistencia a flexión el 100% de los casos estudiados y los criterios de resistencia al corte el 94 % de los mismos, mientras que el conector cumple con los criterios de resistencia a la tracción y flexión el 100% de los casos estudiados para ambos criterios. En cuanto a las deformaciones, el tabique cumple con los criterios de deformación el 100% de los casos para 5 de los 7 tipos estudiados, el conector longitudinal un 100% de los casos en 3 de los 4 tipos considerados y el conector transversal cumple con los criterios de deformación el 100% de los casos estudiados. Si bien estos resultados evidencian un buen comportamiento general, en el marco de las configuraciones estudiadas, se encontró que la resistencia al aplastamiento es una limitante crítica, dado que, si bien los bloques soportan un mayor nivel de exigencia en sus elementos individuales, se ven limitados por la falla local al aplastamiento del tabique, cumpliendo este criterio solo en el 3% de los casos estudiados. Mediante la utilización de pletinas de apoyo en los seguros exteriores que permitan aumentarla superficie de apoyo sobre el tabique de EPS, sería posible mejorar esta limitante. No obstante, se considero mejor asumir una construcción simplificada, con el fin de obtener un resultado más robusto, que no dependa de la utilización de piezas especiales.

En la misma línea de análisis, en base a los resultados obtenidos en cuanto al comportamiento general del material sometido a la faena de hormigonado, es posible concluir que manteniendo la configuración de conectores definida; material, geometría, uniones, juntas y distanciamientos horizontales y vertical; es viable utilizar tabiques de mayor altura, según requerimientos propios de la obra a realizar, abriendo la posibilidad de ajustar las dimensiones del bloque en base a las necesidades individuales presentes en terreno, por cada tipo de faena de encofrado, aportando una importante versatilidad al bloque estudiado.



**Figura 6-1 Bloque Propuesto y Bloque Posible**

Fuente: Elaboración Propria.

Cabe mencionar que sí bien el estudio entrega una configuración que cumple con el objetivo, aún está la posibilidad de buscar una mejora de los resultados encontrados, utilizando herramientas matemáticas de mayor complejidad que permitan optimizar todas las variables modeladas al unísono.

Finalmente, es importante indicar que resulta necesario realizar ensayos prácticos que ratifiquen la configuración teórica encontrada.

# REFERENCIAS

- [1] ACHIPEX, El poliestireno Expandido y la Reglamentación Térmica en la Construcción, Santiago, Chile, 2006.
- [2] N. Sanches, «Supervisión de Encofrado o Cimbras,» 2016. [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2015/05/25/supervision-de-encofrado-o-cimbras/>.
- [3] Ingeniero de Caminos, «Sistemas de encofrado horizontales y verticales,» 2011. [En línea]. Available: <https://ingeniero-de-caminos.com/encofrados/>.
- [4] PERI, «Encofrados para Muro,» [En línea]. Available: <https://www.peri.cl/products/formwork/wall-formwork.html>.
- [5] NOVA Chemicals, Manual de Instalación Bloques Aislantes para Muros ICF, Santiago, Chile.
- [6] FONDEF, «PROYECTO BUSCA INTRODUCIR Y VALIDAR NUEVO SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN,» 13 08 2009. [En línea]. Available: <https://www.conicyt.cl/fondef/2009/08/13/proyecto-busca-introducir-y-validar-nuevo-sistema-de-construccion/>.
- [7] R. Bazález Gallardo, Comportamiento en el Plano de Muros Insulated Concrete Forms (ICF) y Aplicación en Viviendas Residenciales, Valparaíso, Chile: Universidad Santa María, 2012.
- [8] Development, U.S. Department of Housing and Urban, Prescriptive Method for Insulating Concrete Forms in Residential Construction, Washgton DC, U.S.A., 2002.

- [9] German Institute for Standardisation , DIN 53427 - Determination of shear strength of rigid cellular materials sandwiched between metal plates, Berlín, German, 1986.
- [10] German Institute for Standardisation, DIN 53423 - Testing Of Rigid Cellular Plastics - Bending Test, Berlín, German, 1975.
- [11] German Institute for Standardisation , DIN 53430 - Testing Of Rigid Cellular Materials Tensile Test, Berlín, German, 1975.
- [12] German Institute for Standardisation , DIN 53421 - Testing Of Rigid Cellular Plastics, Compression, Berlín, German, 1984.
- [13] COVAL, «Ficha Técnica Alambre Galvanizado,» Bogotá, Colombia, 2017.
- [14] N. Gardner, «Pressure of Concrete Against Formwork,» ACI Journal, Canadá, 1980-1981.
- [15] V. Y. Piqueras, «Maquinaria y Procedimientos Constructivos de Cimentaciones y Estructuras,» Universitat Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2017.
- [16] M. Palanca, Empuje del hormigón fresco, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1982.
- [17] T. Harrison, The Pressure of Concrete on Vertical Formwork, London, UK: Portland Cement Association, 1979.
- [18] American Concrete Institute Comité 622, Guide to Formwork for Concrete (ACI 347-04), Farmington Hills, U.S.A., 1985.
- [19] German Institute for Standardisation , DIN 18218 - Frishbeton auf lotrechte pressure of concrete on vertical formwork, Berlín, German, 1980.
- [20] CIRIA Report 108, Construction Industry Research and Information Association, London, United Kingdom, 1965.

- [21] American Concrete Institute, Requisitos de Reglamento para Hormigón Estructural (ACI 318-14), Farmington Hills, U.S.A., 2014.
- [22] A. Vesic, Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 1973.
- [23] American Institute of Steel Construction, Specification for Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-16, Chicago, Illinois, U.S.A., 2016.
- [24] German Institute for Standardisation, DIN 18202 - Tolerances in building construction - Structures, Berlín, German, 1980.
- [25] American Concrete Institute, Epecification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI 117-10), Farmington Hills, U.S.A., 2010.
- [26] Dr. Gerber, Propiedades Mecánicas, Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2009.
- [27] E. Hernandez, SAP2000 Integrated Software for Structural Analsis & Design, Califronia, U.S.A., 2014.
- [28] L. Gonzalez O., Resietsncia de Materiales.
- [29] Informes de la Construcción, Cálculo de encofrados de gran altura mediante un Modelo de Elementos Finitos: estudio paramétrico, vol. 59, Madrid, España, 2007.

# ANEXO I MODELOS DE EMPUJE DE HORMIGÓN FRESCO SOBRE MOLDAJES

Las siguientes tablas presentan el detalle de los modelos de empuje de hormigón estudiados.

## I-1 ACI 347-4

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>12</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>14</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>16</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>18</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>20</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>22</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>24</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>26</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>28</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>30</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0
<b>32</b>	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0	2551.0

**Tabla I-1 CI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=1m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	3789.8	4389.5	4989.1	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>12</b>	3588.6	4148.0	4707.4	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>14</b>	3412.7	3936.9	4461.1	4985.3	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>16</b>	3298.7	3750.8	4244.0	4737.2	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>18</b>	3298.7	3585.5	4051.1	4516.7	4982.4	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>20</b>	3298.7	3437.7	3878.7	4319.7	4760.6	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>22</b>	3298.7	3304.7	3723.5	4142.4	4561.2	4980.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>24</b>	3298.7	3298.7	3583.3	3982.0	4380.8	4779.6	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0	5102.0
<b>26</b>	3298.7	3298.7	3455.8	3836.4	4217.0	4597.5	4930.9	5043.4	5102.0	5102.0	5102.0
<b>28</b>	3298.7	3298.7	3339.5	3703.4	4067.4	4431.3	4750.2	4857.7	4965.3	5072.8	5102.0
<b>30</b>	3298.7	3298.7	3298.7	3581.6	3930.3	4279.1	4584.5	4687.6	4790.7	4893.7	4996.8
<b>32</b>	3298.7	3298.7	3298.7	3469.5	3804.3	4139.0	4432.2	4531.1	4630.1	4729.0	4827.9

**Tabla I-2 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	3789.8	4389.5	4989.1	5588.7	6188.3	6788.0	7313.2	7490.4	7653.1	7653.1	7653.1
<b>12</b>	3588.6	4148.0	4707.4	5266.8	5826.1	6385.5	6875.5	7040.8	7206.1	7371.5	7536.8
<b>14</b>	3412.7	3936.9	4461.1	4985.3	5509.5	6033.7	6492.9	6647.8	6802.7	6957.6	7112.5
<b>16</b>	3298.7	3750.8	4244.0	4737.2	5230.3	5723.5	6155.6	6301.3	6447.0	6592.8	6738.5
<b>18</b>	3298.7	3585.5	4051.1	4516.7	4982.4	5448.0	5855.9	5993.5	6131.1	6268.7	6406.3
<b>20</b>	3298.7	3437.7	3878.7	4319.7	4760.6	5201.6	5587.9	5718.3	5848.6	5978.9	6109.2
<b>22</b>	3298.7	3304.7	3723.5	4142.4	4561.2	4980.0	5346.9	5470.7	5594.5	5718.2	5842.0
<b>24</b>	3298.7	3298.7	3583.3	3982.0	4380.8	4779.6	5129.0	5246.8	5364.7	5482.5	5600.4
<b>26</b>	3298.7	3298.7	3455.8	3836.4	4217.0	4597.5	4930.9	5043.4	5155.9	5268.3	5380.8
<b>28</b>	3298.7	3298.7	3339.5	3703.4	4067.4	4431.3	4750.2	4857.7	4965.3	5072.8	5180.4
<b>30</b>	3298.7	3298.7	3298.7	3581.6	3930.3	4279.1	4584.5	4687.6	4790.7	4893.7	4996.8
<b>32</b>	3298.7	3298.7	3298.7	3469.5	3804.3	4139.0	4432.2	4531.1	4630.1	4729.0	4827.9

**Tabla I-3 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m)**

Fuente: Elaboración propia

## I-2 Modelo de Gardner

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>12</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>14</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>16</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>18</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>20</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>22</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>24</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>26</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>28</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>30</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>32</b>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500

**Tabla I-4 ACI Committe 347, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>12</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>14</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>16</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>18</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>20</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>22</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>24</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>26</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>28</b>	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>30</b>	4971.5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
<b>32</b>	4937.2	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

**Tabla I-5 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	5586.0	5726.2	5855.0	5975.0	6087.6	6194.2	6295.5	6392.4	6485.2	6574.6	6660.8
<b>12</b>	5487.4	5618.2	5738.4	5850.3	5955.3	6054.7	6149.3	6239.6	6326.3	6409.6	6490.1
<b>14</b>	5401.2	5523.7	5636.4	5741.2	5839.7	5932.8	6021.4	6106.1	6187.3	6265.4	6340.8
<b>16</b>	5325.2	5440.5	5546.5	5645.1	5737.8	5825.4	5908.7	5988.4	6064.7	6138.2	6209.2
<b>18</b>	5257.8	5366.6	5466.6	5559.7	5647.2	5729.9	5808.6	5883.8	5955.9	6025.3	6092.3
<b>20</b>	5197.4	5300.5	5395.2	5483.4	5566.2	5644.6	5719.1	5790.3	5858.6	5924.3	5987.7
<b>22</b>	5143.1	5241.0	5331.0	5414.7	5493.4	5567.8	5638.6	5706.2	5771.1	5833.5	5893.7
<b>24</b>	5094.0	5187.2	5272.9	5352.7	5427.6	5498.4	5565.8	5630.2	5691.9	5751.4	5808.7
<b>26</b>	5049.5	5138.4	5220.1	5296.3	5367.7	5435.3	5499.7	5561.1	5620.0	5676.7	5731.5
<b>28</b>	5008.8	5093.8	5172.0	5244.8	5313.1	5377.8	5439.3	5498.0	5554.4	5608.6	5661.0
<b>30</b>	4971.5	5052.9	5127.9	5197.6	5263.1	5325.0	5384.0	5440.3	5494.3	5546.2	5596.4
<b>32</b>	4937.2	5015.4	5087.3	5154.2	5217.1	5276.5	5333.1	5387.1	5439.0	5488.8	5537.0

**Tabla I-6 Gardner, Presión máxima de hormigón fresco (H=3m)**

Fuente: Elaboración propia

**I-3 Din 18218**

<i>T\V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	3987.1	4385.8	4784.5	5183.2	5581.9	5980.6	6379.3	6778.1	7176.8	7575.5	7974.2
<b>12</b>	3779.1	4157.0	4534.9	4912.8	5290.7	5668.6	6046.5	6424.4	6802.3	7180.2	7558.1
<b>14</b>	3571.0	3928.2	4285.3	4642.4	4999.5	5356.6	5713.7	6070.8	6427.9	6785.0	7142.1
<b>16</b>	3363.0	3699.3	4035.6	4371.9	4708.2	5044.5	5380.8	5717.1	6053.4	6389.7	6726.0
<b>18</b>	3155.0	3470.5	3786.0	4101.5	4417.0	4732.5	5048.0	5363.5	5679.0	5994.5	6310.0
<b>20</b>	2947.0	3241.7	3536.4	3831.1	4125.8	4420.5	4715.2	5009.9	5304.6	5599.3	5894.0
<b>22</b>	2739.0	3012.9	3286.7	3560.6	3834.5	4108.4	4382.3	4656.2	4930.1	5204.0	5477.9
<b>24</b>	2530.9	2784.0	3037.1	3290.2	3543.3	3796.4	4049.5	4302.6	4555.7	4808.8	5061.9
<b>26</b>	2426.9	2669.6	2912.3	3155.0	3397.7	3640.4	3883.1	4125.8	4368.5	4611.2	4853.8
<b>28</b>	2426.9	2669.6	2912.3	3155.0	3397.7	3640.4	3883.1	4125.8	4368.5	4611.2	4853.8
<b>30</b>	2426.9	2669.6	2912.3	3155.0	3397.7	3640.4	3883.1	4125.8	4368.5	4611.2	4853.8
<b>32</b>	2426.9	2669.6	2912.3	3155.0	3397.7	3640.4	3883.1	4125.8	4368.5	4611.2	4853.8

**Tabla I-7 DIN 18218, Presión máxima de hormigón fresco**

Fuente: Elaboración propia

**I-4 CIRIA report 108**

<i>T\V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>12</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>14</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>16</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>18</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>20</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>22</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>24</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>26</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>28</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>30</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef
<b>32</b>	2549.3	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef	Indef

**Tabla I-8 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (He=1m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	4015.5	4187.1	4341.5	4481.7	4609.9	4727.4	4835.2	4933.8	5023.4	5098.6	5098.6
<b>12</b>	3813.5	3995.0	4158.9	4308.6	4446.0	4572.8	4690.0	4798.2	4897.6	4988.4	5069.9
<b>14</b>	3650.6	3840.0	4011.7	4168.8	4313.8	4448.1	4572.9	4688.8	4796.2	4895.2	4985.6
<b>16</b>	3517.2	3713.2	3891.1	4054.5	4205.6	4346.1	4477.0	4599.2	4713.2	4819.0	4916.5
<b>18</b>	3406.7	3608.1	3791.3	3959.7	4115.9	4261.5	4397.6	4525.0	4644.4	4755.8	4859.3
<b>20</b>	3314.1	3520.0	3707.5	3880.3	4040.8	4190.6	4331.0	4462.8	4586.7	4702.9	4811.4
<b>22</b>	3235.7	3445.4	3636.7	3813.1	3977.2	4130.6	4274.6	4410.2	4537.9	4658.1	4770.8
<b>24</b>	3168.8	3381.8	3576.2	3755.7	3922.9	4079.4	4226.5	4365.3	4496.3	4619.8	4736.2
<b>26</b>	3111.2	3327.0	3524.2	3706.4	3876.1	4035.3	4185.1	4326.6	4460.4	4586.9	4706.4
<b>28</b>	3061.3	3279.5	3479.1	3663.6	3835.6	3997.1	4149.2	4293.1	4429.3	4558.4	4680.5
<b>30</b>	3017.7	3238.1	3439.7	3626.2	3800.3	3963.7	4117.9	4263.8	4402.2	4533.5	4658.0
<b>32</b>	2979.5	3201.8	3405.2	3593.5	3769.3	3934.5	4090.5	4238.2	4378.4	4511.7	4638.2

**Tabla I-9 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (H=2m)**

Fuente: Elaboración propia

<i>T\ V</i>	<i>1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.4</i>	<i>1.6</i>	<i>1.8</i>	<i>2</i>	<i>2.2</i>	<i>2.4</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3</i>
<b>10</b>	4622.8	4816.1	4992.7	5156.0	5308.4	5451.6	5587.0	5715.4	5837.7	5954.6	6066.5
<b>12</b>	4337.2	4537.3	4720.4	4889.9	5048.3	5197.3	5338.2	5472.1	5599.8	5722.0	5839.1
<b>14</b>	4106.8	4312.5	4500.8	4675.3	4838.4	4992.1	5137.5	5275.8	5407.9	5534.3	5655.6
<b>16</b>	3918.2	4128.4	4321.0	4499.6	4666.7	4824.1	4973.3	5115.2	5250.8	5380.7	5505.4
<b>18</b>	3761.8	3975.9	4172.0	4354.0	4524.4	4685.0	4837.2	4982.1	5120.6	5253.4	5381.0
<b>20</b>	3630.9	3848.1	4047.2	4232.0	4405.1	4568.3	4723.1	4870.5	5011.5	5146.7	5276.7
<b>22</b>	3520.0	3739.9	3941.5	4128.8	4304.2	4469.6	4626.6	4776.1	4919.1	5056.4	5188.4
<b>24</b>	3425.4	3647.5	3851.3	4040.6	4218.0	4385.3	4544.1	4695.5	4840.3	4979.3	5113.1
<b>26</b>	3343.9	3568.0	3773.7	3964.8	4143.8	4312.8	4473.2	4626.1	4772.5	4913.0	5048.2
<b>28</b>	3273.3	3499.1	3706.4	3899.0	4079.5	4249.9	4411.7	4566.0	4713.7	4855.5	4992.0
<b>30</b>	3211.7	3439.0	3647.7	3841.6	4023.4	4195.1	4358.1	4513.5	4662.4	4805.3	4943.0
<b>32</b>	3157.7	3386.3	3596.2	3791.3	3974.2	4147.0	4311.0	4467.5	4617.3	4761.3	4899.9

**Tabla I-10 CIRIA report 108, Presión máxima de hormigón fresco (He=3m)**

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO II ANÁLISIS DE LOS BLOQUES

Los resultados particulares de cada tipo de tabique, se presentarán en tablas ordenadas por tipo y densidad, de la siguiente manera:

		<b>DENSIDAD</b>	Densidades
<b>Datos del Tabique</b>		H [m]	Altura de Hormigonado
		ep [m]	Espesor del Tabique
		hp [m]	Altura del Tabique
		Lt [m]	Largo total del Tabique
		db Top [cm]	Distancia vertical del conector superior desde arriba
		db Mid t [cm]	Distancia vertical del conector central desde arriba
		db Mid b [cm]	Distancia vertical del conector central desde abajo
		db Bot [cm]	Distancia vertical del conector inferior desde abajo
<b>Resistencia a</b>	<b>Flexión</b>	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	Resistencia a tracción máxima en flexión del EPS
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	Resistencia máxima a flexión del tabique en el sentido 11
		M11 (hp) [kgf-m/m]	Resistencia máxima a flexión del tabique en el sentido 22
	<b>Corte</b>	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	Resistencia a compresión máxima del EPS
		V13 (Ltot) [kgf]	Resistencia máxima a compresión del tabique en el sentido 13
		V23 (hp) [kgf]	Resistencia máxima a compresión del tabique en el sentido 23
<b>Co</b>	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	Resistencia a Compresión del EPS al 10% de compactación	
<b>Datos de salida SAP</b>		TOP [m]	Deformación máxima de tramo superior
		MID T [m]	Deformación máxima de tramo sobre conector central
		MID M [m]	Deformación máxima de tramo entre conectores centrales
		MID B [m]	Deformación máxima de tramo bajo conector central
		BOT [m]	Deformación máxima de tramo inferior
		M22 max [kgf-m/m]	Momento máximo del tabique en sentido 11
		M11 max [kgf-m/m]	Momento máximo del tabique en sentido 22
		R max [kgf]	Máxima Reacción perpendicular al tabique del conector
	V13 max [kgf]	Corte máximo del tabique en sentido 13	
	V23 max [kgf]	Corte máximo del tabique en sentido 23	

**Tabla II-1 Tabla General de Análisis Tabiques**

Fuente: Elaboración propia

El análisis de resultados se presenta en tablas contiguas, de la siguiente manera:

<b>Criterios ESF/DEF</b>	Def max [m]	Deflexión máxima permitida
	Esfuerzo	Resultado de evaluación de esfuerzos.
	Deformación	Resultado de evaluación de deformaciones.
	Flecha max [m]	Flecha máxima permitida de seguro exterior entre uniones
15/0.42	Res [kgf/cm]	Resistencia del conector 15/0.42 en punto de fluencia
	Flecha [m]	Flecha del conector 15/0.42
	Res. Falla Local [kgf/cm]	Resistencia del tabique a falla local por conector 10/0.42
	Cumple Esf/Def?	Resultado de evaluación de esfuerzo/deformación del conector
	Cumple FL?	Resultado de evaluación de falla local
10/0.42	Res [kgf/cm]	Resistencia del conector 10/0.42 en punto de fluencia
	Flecha [m]	Flecha del conector 10/0.42
	Res. Falla Local [kgf/cm]	Resistencia del tabique a falla local por conector 10/0.42
	Cumple Esf/Def?	Resultado de evaluación de esfuerzo/deformación del conector
	Cumple FL?	Resultado de evaluación de falla local
10/0.5	Res [kgf/cm]	Resistencia del conector 10/0.5 en punto de fluencia
	Flecha [m]	Flecha del conector 10/0.05
	Res. Falla Local [kgf/cm]	Resistencia del tabique a falla local por conector 10/0.5
	Cumple Esf/Def?	Resultado de evaluación de esfuerzo/deformación del conector
	Cumple FL?	Resultado de evaluación de falla local
15/0.6	Res [kgf/cm]	Resistencia del conector 15/0.6 en punto de fluencia
	Flecha [m]	Flecha del conector 15/0.6
	Res. Falla Local [kgf/cm]	Resistencia del tabique a falla local por conector 10/0.6
	Cumple Esf/Def?	Resultado de evaluación de esfuerzo/deformación del conector
	Cumple FL?	Resultado de evaluación de falla local

**Tabla II-2 Tabla General de Análisis Conectores**

Fuente: Elaboración propia

Donde se presentan resultados en colores dependiendo de si cumplen o no con los criterios establecidos. En rojo los valores que sobrepasan el criterio de resistencia, en naranja los que están sobre el 80% del valor límite del criterio de resistencia y sin color los bajo 80% del criterio.

## II-1 Tabique tipo 1 (hp=25cm; N°f=2)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	6	6	5	5	5	
	db Bot [cm]	6	6	6	5	5	5	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	17,386	23,665	30,909	17,386	23,665	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	3,622	4,930	6,439	3,622	4,930	6,439
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	305,316	356,202	407,088	305,316	356,202	407,088
		V23 (hp) [kgf]	63,608	74,209	84,810	63,608	74,209	84,810
Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500	17500	
Datos de salida SAP	def TOP [m]	-0,0023	-0,0014	-0,0010	0,0038	0,0024	0,0016	
	def MID [m]	-0,0008	-0,0005	-0,0003	-0,0060	-0,0028	-0,0025	
	def BOT [m]	-0,0034	-0,0022	-0,0014	0,0031	0,0020	0,0013	
	M22 max [kgf-m/m]	4,29	4,29	4,29	4,21	4,21	4,21	
	M11 max [kgf-m/m]	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	
	V13 max [kgf/m]	74,66	74,66	74,6	49,57	49,57	49,57	
	V23 max [kgf/m]	193,46	193,46	193,46	203,15	203,15	203,15	
	R max [kgf]	4,03	4,03	4,03	3,75	3,75	3,75	
	V13 max [kgf]	89,592	89,592	89,520	59,484	59,484	59,484	
	V23 max [kgf]	48,365	48,365	48,365	50,788	50,788	50,788	
ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-3 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1**

Fuente: Elaboración propia

Todos los espesores y configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	6	6	5	5	5	
	db Bot [cm]	6	6	6	5	5	5	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0017	0,0017	0,0017	0,0015	0,0015	0,0015	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-4 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 1**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	4	4	7	6	5	4	
	db Bot [cm]	4	4	4	7	6	5	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	17,386	23,665	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	3,622	4,930	6,439	6,439	6,439	6,439	6,439
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	305,316	356,202	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	63,608	74,209	84,810	84,810	84,810	84,810	84,810
	Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500	17500	17500
	Datos de salida SAP	def TOP [m]	0,0083	0,0052	0,0035	0,0089	0,0024	-0,0032	-0,0075
		def MID [m]	-0,0137	-0,0087	-0,0058	-0,0019	0,0007	0,0054	0,0125
def BOT [m]		0,0080	0,0051	0,0034	0,0096	0,0028	-0,0030	-0,0074	
M22 max [kgf-m/m]		7,02	7,02	7,02	11,67	8,69	9,09	15,15	
M11 max [kgf-m/m]		1,41	1,41	1,41	2,45	1,81	1,83	3,04	
V13 max [kgf/m]		34,7	34,7	34,7	214,55	150,63	99,78	70,8	
V23 max [kgf/m]		236,49	236,49	236,49	431,9	398,8	423,45	504,59	
R max [kgf]		3,57	3,57	3,57	9,02	8,24	7,71	7,41	
V13 max [kgf]		41,640	41,640	41,640	257,460	180,756	119,736	84,960	
V23 max [kgf]		59,123	59,123	59,123	107,975	99,700	105,863	126,148	
ESF/DEF		Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
	Esfuerzo?	OK	OK	OK	NC V23	NC V23	NC V23	NC V23	
	Deformación?	NC TOP	NC MID	OK	NC TOP	OK	OK	NC TOP	

Tabla II-5 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas, a diferentes alturas de hormigonado, tienden a fallar por deformación y/o corte.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	4	4	4	7	6	5	4
	db Bot [cm]	4	4	4	7	6	5	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0015	0,0015	0,0015	0,0037	0,0034	0,0032	0,0030
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0009	0,0008	0,0008	0,0007
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-6 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 1**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas a diferentes alturas de hormigonado, además de no cumplir con los criterios de esfuerzo y deformación fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	6	6	5	5	5	
	db Bot [cm]	6	6	6	5	5	5	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	21,354	29,066	37,963	21,354	29,066	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	4,449	6,055	7,909	4,449	6,055	7,909
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	369,846	431,487	493,128	369,846	431,487	493,128
		V23 (hp) [kgf]	77,051	89,893	102,735	77,051	89,893	102,735
	Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700
	Datos de salida SAP	def TOP [m]	-0,0019	-0,0012	-0,0008	0,0031	0,0020	0,0013
		def MID [m]	-0,0007	-0,0004	-0,0003	-0,0050	-0,0031	-0,0021
def BOT [m]		-0,0029	-0,0018	-0,0012	0,0026	0,0016	0,0011	
M22 max [kgf-m/m]		4,29	4,29	4,29	4,21	4,21	4,21	
M11 max [kgf-m/m]		0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	
V13 max [kgf/m]		74,66	74,66	74,66	49,57	49,57	49,57	
V23 max [kgf/m]		193,46	193,46	193,46	203,15	203,15	203,15	
R max [kgf]		4,03	4,03	4,03	3,75	3,75	3,75	
V13 max [kgf]		89,592	89,592	89,592	59,484	59,484	59,484	
V23 max [kgf]		48,365	48,365	48,365	50,788	50,788	50,788	
ESF/DEF		Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
		Esfuerzo?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Deformación?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-7 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 1

Fuente: Elaboración propia

En consistencia con los datos obtenidos anteriormente, a mayor densidad del panel, todos los espesores y configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,03	0,035	0,04	0,03	0,035	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	6	6	5	5	5	
	db Bot [cm]	6	6	6	5	5	5	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0017	0,0017	0,0017	0,0015	0,0015	0,0015	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-8 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 1**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, pese al aumento en la resistencia por el aumento de densidad, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

## II-2 Tabique tipo 2 (hp=25cm; N°f=3)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	3	4	4	
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11	13	
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4	4	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	6,439	6,439	6,439	6,439	6,439	6,439
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	84,810	84,810	84,810	84,810	84,810	84,810
	C <sub>o</sub> mp	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500	17500
	Datos de salida SAP	def TOP [m]	-0,0031	-0,0013	-0,0001	0,0006	0,0004	-0,0004
		def MID T [m]	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001	0,0000
def MID B [m]		0,0003	0,0002	0,0001	-0,0001	0,0002	-0,0001	
def BOT [m]		-0,0004	-0,0002	-0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	
M22 max [kgf-m/m]		4,25	2,96	1,9	2,28	1,89	1,92	
M11 max [kgf-m/m]		0,89	0,62	0,4	0,48	0,4	0,4	
R max [kgf/cm]		3,89	3,01	2,32	2,86	2,22	2,42	
V13 max [kgf]		89,628	60,348	35,508	41,088	36,852	35,112	
V23 max [kgf]		45,223	34,178	26,065	34,473	29,933	28,635	
Criterios ESF/DEF		Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
	Esfuerzo?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-9 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	3	4	4
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11	13
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0016	0,0012	0,0010	0,0012	0,0009	0,0010
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	OK	NC Def	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-10 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	3	5	4	4	4	4	4	
	db Mid b [cm]	11	11	10	11	12	13	12	
	db Bot [cm]	3	5	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909	17,386
		M11 (hp) [kgf-m/m]	6,439	6,439	6,439	6,439	6,439	6,439	3,622
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088	305,316
		V23 (hp) [kgf]	84,810	84,810	84,810	84,810	84,810	84,810	63,608
Co mp	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500	17500	17500	
Datos de salida SAP	def TOP [m]	0,0010	-0,0010	0,0007	-0,0002	0,0001	0,0004	0,0003	
	def MID T [m]	-0,0002	0,0000	-0,0001	0,0009	0,0005	0,0002	0,0011	
	def MID B [m]	0,0001	0,0002	0,0003	-0,0002	-0,0001	0,0002	-0,0002	
	def BOT [m]	0,0000	-0,0002	-0,0001	0,0010	0,0008	0,0005	0,0019	
	M22 max [kgf-m/m]	2,52	2,96	2,06	3,82	3,83	3,86	3,83	
	M11 max [kgf-m/m]	0,53	0,62	0,43	0,8	0,81	0,81	0,81	
	V13 max [kgf/m]	39,32	51,19	33,28	61,7	59,5	58,79	59,5	
	V23 max [kgf/m]	153,06	136,91	140,47	259,02	237,16	234,69	237,16	
	R max [kgf/cm]	3	2,93	2,47	4,88	4,7	4,92	4,7	
	V13 max [kgf]	47,184	61,428	39,936	74,040	71,400	70,548	71,400	
	V23 max [kgf]	38,265	34,228	35,118	64,755	59,290	58,673	59,290	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Deformación?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-11 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2

Fuente: Elaboración propia

Todos los espesores y configuraciones presentadas, incluso a alturas de hormigonado mayores, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/m <sup>2</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	3	5	4	4	4	4	4
	db Mid b [cm]	11	11	10	11	12	13	12
	db Bot [cm]	3	5	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0012	0,0012	0,0010	0,0020	0,0019	0,0020	0,0019
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0002	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-12 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>3</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	3	4	4	3	
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11	13	11	
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4	4	3	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,909	7,909	7,909	7,909	7,909	7,909	7,909
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	102,735	102,735	102,735	102,735	102,735	102,735	102,735
	Co mp	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700
Datos de salida SAP	def TOP [m]	-0,0026	-0,0011	-0,0001	0,0005	0,0003	-0,0003	0,0008	
	def MID T [m]	-0,0001	-0,0002	-0,0004	-0,0007	-0,0008	-0,0002	-0,0013	
	def MID B [m]	0,0003	0,0002	0,0001	-0,0001	0,0002	-0,0001	0,0001	
	def BOT [m]	-0,0036	-0,0019	-0,0008	-0,0001	-0,0010	-0,0006	-0,0003	
	M22 max [kgf-m/m]	4,25	2,96	1,9	2,28	1,89	1,92	2,52	
	M11 max [kgf-m/m]	0,89	0,62	0,4	0,48	0,4	0,4	0,53	
	V13 max [kgf/m]	74,69	50,29	29,59	34,24	30,71	29,26	39,32	
	V23 max [kgf/m]	180,89	136,71	104,26	137,89	119,73	114,54	153,06	
	R max [kgf/cm]	3,89	3,01	2,32	2,86	2,22	2,42	3	
	V13 max [kgf]	89,628	60,348	35,508	41,088	36,852	35,112	47,184	
	V23 max [kgf]	45,223	34,178	26,065	34,473	29,933	28,635	38,265	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Deformación?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-13 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

En coherencia con los resultados obtenidos para una densidad menor, todos los espesores y configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/m <sup>3</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	3	4	4	3
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11	13	11
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4	4	3
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0016	0,0012	0,0010	0,0012	0,0009	0,0010	0,0012
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	OK	NC Def	OK	OK	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-14 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>3</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,035	0,03	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	5	4	4	4	4	4	4	
	db Mid b [cm]	11	10	11	11	12	11	13	
	db Bot [cm]	5	4	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	29,066	21,354	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,909	7,909	6,055	4,449	7,909	7,909	7,909
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	431,487	369,846	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	102,735	102,735	89,893	77,051	102,735	102,735	102,735
Co mp	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700	
Datos de salida SAP	def TOP [m]	-0,0008	0,0006	0,0002	0,0003	0,0001	-0,0002	0,0004	
	def MID T [m]	-0,0004	-0,0012	-0,0005	-0,0008	0,0004	0,0007	0,0001	
	def MID B [m]	0,0002	0,0003	0,0001	0,0002	-0,0001	-0,0002	0,0001	
	def BOT [m]	-0,0020	-0,0010	-0,0006	-0,0010	0,0007	0,0008	0,0004	
	M22 max [kgf-m/m]	2,96	2,06	1,89	1,89	3,83	3,82	3,86	
	M11 max [kgf-m/m]	0,62	0,43	0,4	0,4	0,81	0,8	0,81	
	V13 max [kgf/m]	51,19	33,28	30,71	30,71	59,5	61,7	58,79	
	V23 max [kgf/m]	136,91	140,47	119,73	119,73	237,16	259,02	234,69	
	R max [kgf/cm]	2,93	2,47	2,22	2,22	4,7	4,88	4,92	
	V13 max [kgf]	61,428	39,936	36,852	36,852	71,400	74,040	70,548	
	V23 max [kgf]	34,228	35,118	29,933	29,933	59,290	64,755	58,673	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Deformación?		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-15 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

En coherencia con los resultados obtenidos para una densidad menor, todos los espesores y configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/m3						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,035	0,03	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	5	4	4	4	4	4	4
	db Mid b [cm]	11	10	11	11	12	11	13
	db Bot [cm]	5	4	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0012	0,0010	0,0009	0,0009	0,0019	0,0020	0,0020
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	OK	OK	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-16 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 2**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

### II-3 Tabique tipo 3 (hp=30cm; N°f=2)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/cm2					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	8	7	6	5	6	6	
	db Bot [cm]	8	7	6	5	6	6	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m2]	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	17,386	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,727	7,727	7,727	7,727	4,347	7,727
	Corte	Res Corte [kgf/m2]	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	305,316	407,088
		V23 (hp) [kgf]	101,772	101,772	101,772	101,772	76,329	101,772
Co	Res Comp [kgf/m2]	17500	17500	17500	17500	17500	17500	
Datos de salida SAP	def TOP [m]	0,0065	0,0016	-0,0027	-0,0081	-0,0279	-0,0129	
	def MID [m]	-0,0012	0,0010	0,0044	0,0149	0,0440	0,0200	
	def BOT [m]	0,0068	0,0022	-0,0021	0,0080	-0,0279	-0,0125	
	M22 max [kgf-m/m]	7,13	5,78	5,42	11,36	18,68	18,68	
	M11 max [kgf-m/m]	1,5	1,21	1,09	2,28	3,75	3,75	
	R max [kgf/cm]	5,36	5,05	4,83	4,59	9,78	9,78	
	V13 max [kgf]	175,224	135,912	102,732	61,008	151,392	151,392	
	V23 max [kgf]	80,058	76,971	79,452	98,010	175,773	175,773	
ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo?	OK	OK	OK	OK	NC M22	NC V23	
	Deformación	NC TOP	OK	OK	NC TOP	NC TOP	NC TOP	

**Tabla II-17 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 3**

Fuente: Elaboración propia

Solo los espesores mayores y determinadas configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	25 kg/cm <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	8	7	6	5	6	6	
	db Bot [cm]	8	7	6	5	6	6	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0022	0,0021	0,0020	0,0019	0,0040	0,0040	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0008	0,0008	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0010	0,0010	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-18 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 3**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas que cumplen los criterios de esfuerzo y deformación fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	8	7	6	5	6	6	
	db Bot [cm]	8	7	6	5	6	6	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	21,354	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,491	9,491	9,491	9,491	5,339	9,491
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	369,846	493,128
		V23 (hp) [kgf]	123,282	123,282	123,282	123,282	92,462	123,282
Comp	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	
Datos de salida SAP	def TOP [m]	0,0054	0,0013	-0,0022	-0,0068	-0,0233	-0,0107	
	def MID [m]	-0,0011	0,0008	0,0037	0,0120	0,0357	0,0162	
	def BOT [m]	0,0057	0,0018	-0,0017	-0,0067	-0,0233	-0,0105	
	M22 max [kgf-m/m]	7,13	5,78	5,42	11,36	18,68	18,68	
	M11 max [kgf-m/m]	1,5	1,21	1,09	2,28	3,75	3,75	
	V13 max [kgf/m]	146,02	113,26	85,61	50,84	126,16	126,16	
	V23 max [kgf/m]	266,86	256,57	264,84	326,7	585,91	585,91	
	R max [kgf/cm]	5,05	5,36	4,83	4,59	9,78	9,78	
	V13 max [kgf]	175,224	135,912	102,732	61,008	151,392	151,392	
	V23 max [kgf]	80,058	76,971	79,452	98,010	175,773	175,773	
	ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo?		OK	OK	OK	OK	NC V23	NC V23	
Deformación		OK	OK	OK	NC TOP	NC TOP	NC TOP	

Tabla II-19 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 3

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor densidad, sólo los espesores mayores y determinadas configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	8	7	6	5	6	6
	db Bot [cm]	8	7	6	5	6	6
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0021	0,0022	0,0020	0,0019	0,0040	0,0040
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0008	0,0008
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0010	0,0010
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-20 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 3**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas a diferentes alturas de hormigonado además de no cumplir con los criterios de esfuerzo y deformación fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

## II-4 Tabique tipo 4 (hp=30cm; N°f=3)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]		1	1	1	1	1
	ep [m]		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]		8	7	6	4	6
	db Mid b [cm]		15	15	15	15	14
	db Bot [cm]		8	7	6	4	6
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,727	7,727	7,727	7,727	7,727
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	101,772	101,772	101,772	101,772	101,772
	Co mp.	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500
	Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0045	0,0015	0,0006	-0,0002	0,0014
MID T [m]		0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0001	
MID B [m]		0,0003	-0,0002	0,0001	0,0005	-0,0002	
BOT [m]		0,0049	0,0020	0,0010	-0,0003	0,0021	
M22 max [kgf-m/m]		15,1	4,37	3,24	3,29	4,37	
M11 max [kgf-m/m]		3,26	0,92	0,68	0,69	0,92	
R max [kgf]		9,98	4,02	3,35	3,61	3,96	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	NC V23	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-21 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	8	7	6	4	6	
	db Mid b [cm]	15	15	15	15	14	
	db Bot [cm]	8	7	6	4	6	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0041	0,0017	0,0014	0,0015	0,0016	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0010	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-22 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>			
Datos del Tabique	H [m]	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	3	
	db Mid b [cm]	15	15	15	15	
	db Bot [cm]	6	5	4	3	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,727	7,727	7,727	7,727
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	101,772	101,772	101,772	101,772
	C o	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0037	0,0015	0,0001	-0,0007	
	MID T [m]	-0,0030	0,0002	0,0006	0,0011	
	MID B [m]	-0,0030	0,0002	0,0006	0,0013	
	BOT [m]	0,0044	0,0019	0,0002	-0,0008	
	M22 max [kgf-m/m]	9,28	6,49	5,57	7,95	
	M11 max [kgf-m/m]	1,95	1,36	1,17	1,67	
	V13 max [kgf/m]	159,76	105,77	82,9	125,75	
	V23 max [kgf/m]	380,17	313,34	305,17	391	
	R max [kgf]	8,28	6,68	6,62	8,39	
V13 max [kgf]	191,712	126,924	99,480	150,900		
V23 max [kgf]	114,051	94,002	91,551	117,300		
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	NC V23	OK	OK	NC V23	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-23 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas, a diferentes alturas de hormigonado, tienden a fallar por corte.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>			
Datos del Tabique	H [m]	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	3	
	db Mid b [cm]	15	15	15	15	
	db Bot [cm]	6	5	4	3	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0034	0,0027	0,0027	0,0034	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0007	0,0005	0,0005	0,0007	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-24 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones presentadas a diferentes alturas de hormigonado que cumplen con los criterios de esfuerzo/deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	8	7	6	5	4	6	6	
	db Mid b [cm]	15	15	15	15	15	14	16	
	db Bot [cm]	8	7	6	5	4	6	6	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282
	Co mp.	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700
	Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0037	0,0012	0,0005	0,0001	-0,0002	0,0011	0,0014
MID T [m]		0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0003	0,0009	-0,0001	
MID B [m]		-0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0004	-0,0002	-0,0001	
BOT [m]		0,0041	0,0016	0,0008	0,0002	0,0002	0,0017	0,0015	
M22 max [kgf-m/m]		15,1	4,37	3,24	2,37	3,29	4,37	4,39	
M11 max [kgf-m/m]		3,26	0,92	0,68	0,5	0,69	0,92	0,92	
R max [kgf]		9,98	4,02	3,35	2,91	3,61	3,96	4,08	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	NC V23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-25 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4

Fuente: Elaboración propia

En consistencia con los datos obtenidos anteriormente, a mayor densidad del panel, la mayoría de las configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	8	7	6	5	4	6	6
	db Mid b [cm]	15	15	15	15	15	14	16
	db Bot [cm]	8	7	6	5	4	6	6
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0041	0,0017	0,0014	0,0012	0,0015	0,0016	0,0017
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0008	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0010	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-26 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Si bien la mayoría de las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, pese al aumento en la resistencia por el aumento de densidad, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	5	5	6	5	4	3	
	db Mid b [cm]	14	16	15	15	15	15	
	db Bot [cm]	5	5	6	5	4	3	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282
	Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700
Datos de salida SAP	TOP [m]	-0,0008	-0,0030	0,0031	0,0013	0,0001	-0,0060	
	MID T [m]	0,0012	0,0006	-0,0002	0,0002	0,0005	0,0009	
	MID B [m]	-0,0002	-0,0001	-0,0003	0,0001	0,0005	0,0011	
	BOT [m]	0,0007	0,0005	0,0037	0,0015	0,0001	-0,0006	
	M22 max [kgf-m/m]	3,34	2,6	9,28	6,49	5,57	7,95	
	M11 max [kgf-m/m]	0,7	0,55	1,95	1,36	1,17	1,67	
	R max [kgf]	3,48	3,06	8,28	6,68	6,62	8,39	
	V13 max [kgf]	73,860	53,976	191,712	126,924	99,480	150,900	
	V23 max [kgf]	58,884	48,141	114,051	94,002	91,551	117,300	
	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
Criterios ESF/DEF	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-27 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

En consistencia con los datos obtenidos anteriormente, a mayor densidad del panel, todas las configuraciones presentadas, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	5	5	6	5	4	3	
	db Mid b [cm]	14	16	15	15	15	15	
	db Bot [cm]	5	5	6	5	4	3	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0014	0,0013	0,0034	0,0027	0,0027	0,0034	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0007	0,0005	0,0005	0,0007	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-28 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 4**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, pese al aumento en la resistencia por el aumento de densidad, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

## II-5 Tabique tipo 5 (hp=30cm; N°f=4)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/cm2					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	5	6	4	4	4	
	db Mid t [cm]	10	10	10	12	13	14	
	db Mid b [cm]	10	10	10	12	13	14	
	db Bot [cm]	4	5	6	4	4	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m2]	37150	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,727	7,727	7,727	7,727	7,727	7,727
	Corte	Res Corte [kgf/m2]	16962	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	101,772	101,772	101,772	101,772	101,772	101,772
	Co	Res Comp [kgf/m2]	17500	17500	17500	17500	17500	17500
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0003	0,0006	0,0009	0,0001	0,0000	-0,0001	
	MID T [m]	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0003	
	MID M [m]	0,0008	0,0008	0,0008	0,0002	0,0000	0,0000	
	MID B [m]	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	
	BOT [m]	0,0004	0,0007	0,0011	0,0002	0,0001	0,0001	
	M22 max [kgf-m/m]	2,53	2,52	3,24	1,44	1,45	1,46	
	M11 max [kgf-m/m]	0,53	0,53	0,68	0,3	0,3	0,31	
	R max [kgf]	2,84	2,64	2,73	2	2,07	2,16	
	V13 max [kgf]	55,020	57,528	82,644	28,560	27,912	27,504	
	V23 max [kgf]	49,176	44,367	50,586	29,802	30,240	32,937	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-29 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		DENSIDAD	25 kg/cm <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	5	6	4	4	4	
	db Mid t [cm]	10	10	10	12	13	14	
	db Mid b [cm]	10	10	10	12	13	14	
	db Bot [cm]	4	5	6	4	4	4	
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	
	Flecha [m]	0,0012	0,0011	0,0011	0,0008	0,0009	0,0009	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	

**Tabla II-30 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	25 kg/cm <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	4	4	4	4	
	db Mid t [cm]	12	11	11	10	9	
	db Mid b [cm]	12	11	11	10	9	
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	17,386	17,386	17,386
		M11 (hp) [kgf-m/m]	7,727	7,727	4,347	4,347	4,347
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	305,316	305,316	305,316
		V23 (hp) [kgf]	101,772	101,772	76,329	76,329	76,329
	Co m	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0006	0,0008	0,0020	0,0025	0,0028	
	MID T [m]	0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0004	-0,0006	
	MID M [m]	0,0000	0,0003	0,0007	0,0017	0,0033	
	MID B [m]	0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0005	-0,0006	
	BOT [m]	0,0007	0,0010	0,0023	0,0028	0,0031	
	M22 max [kgf-m/m]	4,16	4,14	4,14	4,14	4,68	
	M11 max [kgf-m/m]	0,87	0,87	0,87	0,87	0,98	
	V13 max [kgf/m]	62,96	63,51	63,51	66,79	76,3	
	V23 max [kgf/m]	237,23	213,46	213,46	237,82	307,85	
	R max [kgf]	5,08	4,86	4,86	4,45	5,25	
	V13 max [kgf]	75,552	76,212	76,212	80,148	91,560	
	V23 max [kgf]	71,169	64,038	64,038	71,346	92,355	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo		OK	OK	OK	OK	NC V23	
Deformación		OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-31 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/cm <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	4	4	4	4	4
	db Mid t [cm]	12	11	11	10	9
	db Mid b [cm]	12	11	11	10	9
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0021	0,0020	0,0020	0,0018	0,0022
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-32 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Si bien la mayoría de las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/cm <sup>2</sup>							
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	6	5	4	3	5	
	db Mid t [cm]	10	10	10	11	11	11	11	12	
	db Mid b [cm]	10	10	10	11	11	11	11	12	
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5	4	3	5	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491	9,491
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282	123,282
Co m	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700	
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0008	0,0005	0,0003	0,0008	0,0004	0,0002	0,0000	0,0004	
	MID T [m]	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0007	-0,0001	
	MID M [m]	0,0008	0,0007	0,0006	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002	
	MID B [m]	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000	-0,0001	
	BOT [m]	0,0009	0,0006	0,0030	0,0001	0,0006	0,0003	0,0001	0,0005	
	M22 max [kgf-m/m]	3,24	2,52	2,53	3,23	2,25	1,77	1,89	2,24	
	M11 max [kgf-m/m]	0,68	0,53	0,53	0,68	0,47	0,37	0,4	0,47	
	V13 max [kgf/m]	68,87	47,94	45,85	64,29	43,27	29,52	30,89	41,42	
	V23 max [kgf/m]	168,62	147,89	163,92	155,36	129,82	129,83	131,22	120,02	
	R max [kgf]	2,73	2,64	2,84	2,95	2,31	2,32	2,53	2,46	
	V13 max [kgf]	82,644	57,528	55,020	77,148	51,924	35,424	37,068	49,704	
	V23 max [kgf]	50,586	44,367	49,176	46,608	38,946	38,949	39,366	36,006	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-33 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5

Fuente: Elaboración propia

Todos los espesores y configuraciones presentadas, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/cm <sup>2</sup>							
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	6	5	4	3	5
	db Mid t [cm]	10	10	10	11	11	11	11	12
	db Mid b [cm]	10	10	10	11	11	11	11	12
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5	4	3	5
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0011	0,0011	0,0012	0,0012	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	OK	OK	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-34 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, no obstante, las resistencias de los tabiques se acercan a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/cm <sup>2</sup>						
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	4	4	4	4	4	4	
	db Mid t [cm]	12	13	14	12	12	11	12	
	db Mid b [cm]	12	13	14	12	12	11	12	
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	21,354	37,963	37,963	21,354
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,491	9,491	9,491	5,339	9,491	9,491	5,339
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	20547	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	369,846	493,128	493,128	369,846
		V23 (hp) [kgf]	123,282	123,282	123,282	92,462	123,282	123,282	92,462
	Co m	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700	21700	21700
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0001	0,0000	-0,0001	0,0003	0,0005	0,0007	0,0012	
	MID T [m]	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	-0,0001	0,0002	
	MID M [m]	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0000	
	MID B [m]	0,0000	0,0000	0,0001	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0002	
	BOT [m]	0,0002	0,0001	0,0000	0,0005	0,0006	0,0008	0,0014	
	M22 max [kgf-m/m]	1,44	1,45	1,46	1,44	4,16	4,14	4,16	
	M11 max [kgf-m/m]	0,3	0,3	0,31	0,3	0,87	0,87	0,87	
	V13 max [kgf/m]	23,8	23,26	22,92	23,8	62,96	63,51	62,96	
	V23 max [kgf/m]	99,34	100,8	109,79	99,34	237,23	213,46	237,23	
	R max [kgf]	2	2,07	2,16	2	5,08	4,86	5,08	
V13 max [kgf]	28,560	27,912	27,504	28,560	75,552	76,212	75,552		
V23 max [kgf]	29,802	30,240	32,937	29,802	71,169	64,038	71,169		
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-35 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 5

Fuente: Elaboración propia

Todos los espesores y configuraciones presentadas, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

		<b>DENSIDAD</b>		<b>30 kg/cm<sup>2</sup></b>				
<b>Datos del Tabique</b>	H [m]	1	1	1	1	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03
	hp [m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	4	4	4	4	4	4	4
	db Mid t [cm]	12	13	14	12	12	11	12
	db Mid b [cm]	12	13	14	12	12	11	12
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0008	0,0009	0,0009	0,0008	0,0021	0,0020	0,0021
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	OK	OK	OK	OK	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-36 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 5**

Fuente: Elaboración propia

Algunas de las configuraciones presentadas a bajas alturas de hormigonado, además de cumplir con los criterios de esfuerzo y deformación, verifican la resistencia localmente por aplastamiento. Cabe destacar que, si bien varias de las configuraciones presentadas verifican el criterio de falla local, la máxima reacción del conector esta al 90% de la resistencia del tabique.

## II-6 Tabique tipo 6 (hp=35cm; N°f=3)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/cm2				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	6	5	
	db Mid b [cm]	17	17	17	17	17	
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m2]	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,015	9,015	9,015	9,015	9,015
	Corte	Res Corte [kgf/m2]	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	118,734	118,734	118,734	118,734	118,734
	Co mp.	Res Comp [kgf/m2]	17500	17500	17500	17500	17500
	Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0010	0,0000	-0,0006	0,0028	0,0003
MID T [m]		0,0003	0,0006	0,0009	0,0006	0,0013	
MID B [m]		-0,0002	0,0002	0,0006	-0,0002	0,0005	
BOT [m]		0,0022	0,0008	-0,0002	0,0043	0,0015	
M22 max [kgf-m/m]		4,59	3,23	4,21	9,28	6,64	
M11 max [kgf-m/m]		0,96	0,68	0,88	1,95	1,39	
R max [kgf]		4,06	3,35	4,18	8,31	7,38	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	NC V23	NC V23	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-37 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 6**

Fuente: Elaboración propia

Dependiendo de la configuración, el tabique tiende a fallar por corte, pese a cumplir con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/cm <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	6	5
	db Mid b [cm]	17	17	17	17	17
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0017	0,0014	0,0017	0,0034	0,0030
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0007	0,0006
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495	1,2495
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875	1,4875
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0004	0,0008	0,0007
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850	1,7850
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-38 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 6**

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones que cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/cm2					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	6	5	4	
	db Mid b [cm]	17	17	17	17	17	17	
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m2]	45629	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	11,073	11,073	11,073	11,073	11,073	11,073
	Corte	Res Corte [kgf/m2]	20547	20547	20547	20547	20547	20547
		V13 (Ltot) [kgf]	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128	493,128
		V23 (hp) [kgf]	143,829	143,829	143,829	143,829	143,829	143,829
	Co mp.	Res Comp [kgf/m2]	21700	21700	21700	21700	21700	21700
	Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0008	0,0000	-0,0005	0,0023	0,0002	-0,0011
MID T [m]		0,0003	0,0005	0,0008	0,0005	0,0011	0,0019	
MID B [m]		-0,0001	0,0002	0,0005	-0,0001	0,0004	0,0010	
BOT [m]		0,0018	0,0006	-0,0001	0,0036	0,0012	-0,0003	
M22 max [kgf-m/m]		4,59	3,23	4,21	9,28	6,64	9,43	
M11 max [kgf-m/m]		0,96	0,68	0,88	1,95	1,39	1,98	
R max [kgf]		4,06	3,35	4,18	8,31	7,38	9,34	
V13 max [kgf]	94,968	62,844	82,272	191,568	126,528	184,056		
V23 max [kgf]	64,873	55,822	67,865	134,036	121,755	153,083		
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	NC V23	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-39 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 6

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las configuraciones presentadas, incluso a alturas de hormigonado mayores, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/cm <sup>2</sup>					
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	6	5	4
	db Mid b [cm]	17	17	17	17	17	17
	db Bot [cm]	6	5	4	6	5	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0017	0,0014	0,0017	0,0034	0,0030	0,0038
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0003	0,0003	0,0007	0,0006	0,0008
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0004	0,0008	0,0007	0,0009
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-40 Tabla de Análisis Conectores Tabiques Tipo 6**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques son menores a la máxima reacción del conector.

## II-7 Tabique tipo 7 (hp=35cm; N°f=4)

La evaluación de las geometrías estudiadas se presenta en las siguientes tablas:

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]		1	1	1	1	1
	ep [m]		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]		6	5	4	3	4
	db Mid t [cm]		12	12	12	12	11
	db Mid b [cm]		12	12	12	12	11
	db Bot [cm]		6	5	4	3	4
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,015	9,015	9,015	9,015	9,015
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	118,734	118,734	118,734	118,734	118,734
	Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500
Datos de salida SAP	TOP [m]		0,0017	0,0009	0,0004	0,0000	0,0005
	MID T [m]		-0,0002	-0,0002	-0,0001	0,0001	-0,0002
	MID M [m]		0,0006	0,0005	0,0004	0,0003	0,0009
	MID B [m]		-0,0003	-0,0002	-0,0001	0,0001	-0,0002
	BOT [m]		0,0024	0,0001	0,0005	0,0000	0,0007
	M22 max [kgf-m/m]		4,6	3,2	2,05	2,16	2,46
	M11 max [kgf-m/m]		0,97	0,67	0,43	0,45	0,52
	R max [kgf]		3,82	3,02	2,41	2,75	2,81
V13 max [kgf]		97,908	65,232	37,992	37,128	46,692	
V23 max [kgf]		63,308	49,476	42,802	44,748	53,347	
Criterios ESF/DEF	Def max [m]		0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
	Esfuerzo		OK	OK	OK	OK	OK
	Deformación		OK	OK	OK	OK	OK

**Tabla II-41 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	3	4
	db Mid t [cm]	12	12	12	12	11
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0016	0,0012	0,0010	0,0011	0,0012
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	OK	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4418	1,4418	1,4418	1,4418	1,4418
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7301	1,7301	1,7301	1,7301	1,7301
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-42 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	4	4	4	4	
	db Mid t [cm]	13	14	11	13	14	
	db Mid b [cm]	13	14	11	13	14	
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexión	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	37150	37150	37150	37150	37150
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	30,909	30,909	30,909	30,909	30,909
		M11 (hp) [kgf-m/m]	9,015	9,015	9,015	9,015	9,015
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	16962	16962	16962	16962	16962
		V13 (Ltot) [kgf]	407,088	407,088	407,088	407,088	407,088
		V23 (hp) [kgf]	118,734	118,734	118,734	118,734	118,734
	Co	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	17500	17500	17500	17500	17500
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0002	0,0000	0,0012	0,0005	0,0001	
	MID T [m]	0,0001	0,0002	-0,0004	0,0002	0,0006	
	MID M [m]	0,0001	0,0000	0,0019	0,0003	-0,0001	
	MID B [m]	0,0001	0,0003	-0,0004	0,0002	0,0006	
	BOT [m]	0,0003	0,0001	0,0014	0,0007	0,0002	
	V13 max [kgf/m]	31,12	30,87	86,63	62,54	62,01	
	V23 max [kgf/m]	118,19	129,38	336,43	241,95	266,49	
	R max [kgf]	2,52	2,63	6,17	5,13	5,37	
	V13 max [kgf]	37,344	37,044	103,956	75,048	74,412	
	V23 max [kgf]	41,367	45,283	117,751	84,683	93,272	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo		OK	OK	OK	OK	OK	
Deformación		OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-43 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		25 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	4	4	4	4	4
	db Mid t [cm]	13	14	11	13	14
	db Mid b [cm]	13	14	11	13	14
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0010	0,0011	0,0025	0,0021	0,0022
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0005	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111	1,2111
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,4418	1,4418	1,4418	1,4418	1,4418
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0002	0,0003	0,0006	0,0005	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,7301	1,7301	1,7301	1,7301	1,7301
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-44 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	6	5	4	3	4	
	db Mid t [cm]	12	12	12	12	11	
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11	
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	11,073	11,073	11,073	11,073	11,073
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700
		V13 (Ltot) [kgf]	520,800	520,800	520,800	520,800	520,800
		V23 (hp) [kgf]	151,900	151,900	151,900	151,900	151,900
	C <sub>0</sub> m	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700
	Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0014	0,0008	0,0003	0,0000	0,0004
		MID T [m]	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0001	-0,0001
MID M [m]		0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0007	
MID B [m]		-0,0002	-0,0002	-0,0001	0,0001	-0,0001	
BOT [m]		0,0020	-0,0011	0,0004	0,0000	0,0006	
M22 max [kgf-m/m]		4,6	3,2	2,05	2,16	2,46	
M11 max [kgf-m/m]		0,97	0,67	0,43	0,45	0,52	
R max [kgf]		3,82	3,02	2,41	2,75	2,81	
V13 max [kgf]		97,908	65,232	37,992	37,128	46,692	
V23 max [kgf]	63,308	49,476	42,802	44,748	53,347		
Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	
	Esfuerzo	OK	OK	OK	OK	OK	
	Deformación	OK	OK	OK	OK	OK	

**Tabla II-45 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	1	1	1
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	6	5	4	3	4
	db Mid t [cm]	12	12	12	12	11
	db Mid b [cm]	12	12	12	12	11
	db Bot [cm]	6	5	4	3	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0016	0,0012	0,0010	0,0011	0,0012
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	OK	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0004	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-46 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.

		DENSIDAD	30 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2	
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	db Top [cm]	4	4	4	4	4	
	db Mid t [cm]	13	14	11	13	14	
	db Mid b [cm]	13	14	11	13	14	
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4	
Resistencia a	Flexion	Res Trx max Flex [kgf/m <sup>2</sup> ]	45629	45629	45629	45629	45629
		M22 (Lt) [kgf-m/m]	37,963	37,963	37,963	37,963	37,963
		M11 (hp) [kgf-m/m]	11,073	11,073	11,073	11,073	11,073
	Corte	Res Corte [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700
		V13 (Ltot) [kgf]	520,800	520,800	520,800	520,800	520,800
		V23 (hp) [kgf]	151,900	151,900	151,900	151,900	151,900
	Co m	Res Comp [kgf/m <sup>2</sup> ]	21700	21700	21700	21700	21700
Datos de salida SAP	TOP [m]	0,0002	0,0000	0,0010	0,0004	0,0001	
	MID T [m]	0,0001	0,0002	-0,0003	0,0001	0,0005	
	MID M [m]	0,0001	0,0000	0,0016	0,0002	-0,0001	
	MID B [m]	0,0001	0,0002	-0,0003	0,0001	0,0005	
	BOT [m]	0,0003	0,0001	0,0011	0,0005	0,0002	
	M22 max [kgf-m/m]	2,07	2,09	5,47	4,17	4,22	
	M11 max [kgf-m/m]	0,43	0,44	1,15	0,88	0,89	
	V13 max [kgf/m]	31,12	30,87	86,63	62,54	62,01	
	V23 max [kgf/m]	118,19	129,38	336,43	241,95	266,49	
	R max [kgf]	2,52	2,63	6,17	5,13	5,37	
	V13 max [kgf]	37,344	37,044	103,956	75,048	74,412	
	V23 max [kgf]	41,367	45,283	117,751	84,683	93,272	
	Criterios ESF/DEF	Def max [m]	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
Esfuerzo		OK	OK	OK	OK	OK	
Deformación		OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla II-47 Tabla de Análisis Tabiques Tipo 7

Fuente: Elaboración propia

Todas las configuraciones, a baja altura de hormigonado, cumplen con los criterios de esfuerzo y deformación.

DENSIDAD		30 kg/m <sup>2</sup>				
Datos del Tabique	H [m]	1	1	2,2	2,2	2,2
	ep [m]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	hp [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Lt [m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	db Top [cm]	4	4	4	4	4
	db Mid t [cm]	13	14	11	13	14
	db Mid b [cm]	13	14	11	13	14
	db Bot [cm]	4	4	4	4	4
	Flecha max [m]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15/0.42	Res [kgf/cm]	46,181	46,181	46,181	46,181	46,181
	Flecha [m]	0,0010	0,0011	0,0025	0,0021	0,0022
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def	NC Def
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.42	Res [kgf/cm]	69,272	69,272	69,272	69,272	69,272
	Flecha [m]	0,0002	0,0002	0,0005	0,0004	0,0004
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494	1,5494
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
10/0.5	Res [kgf/cm]	98,175	98,175	98,175	98,175	98,175
	Flecha [m]	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
	Res. Falla Local [kgf/cm]	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445	1,8445
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL
15/0.6	Res [kgf/cm]	94,248	94,248	94,248	94,248	94,248
	Flecha [m]	0,0002	0,0003	0,0006	0,0005	0,0005
	Res. Falla Local [kgf/cm]	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134	2,2134
	Cumple Esf/Def?	OK	OK	OK	OK	OK
	Cumple FL?	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL	NC FL

**Tabla II-48 Tabla de Análisis Conectores Tabique Tipo 7**

Fuente: Elaboración propia

Si bien las configuraciones presentadas cumplen los criterios de esfuerzo y deformación, fallan localmente por aplastamiento, dado que las resistencias de los tabiques siguen siendo menores a la máxima reacción del conector.