

Influencia de la resistencia a compresión de los bloques en el empleo de la mampostería como tímpanos frente a carga de viento*

Pedro J. Piedrahita Pérez

pedro@inel.une.cu

Leonardo Ruiz Alejo

Janet Otmara Martínez Cid

jcid@civil.cujae.edu.cu

Universidad Politécnica de La Habana (CUJAE) (Cuba).

Resumen: Se realizó un estudio comparativo de un edificio con sistema mixto de pórticos y tímpanos de mampostería con el empleo de bloques de resistencia característica bruta a compresión de 7 MPa y 12 MPa. El objetivo es determinar la altura que pueden alcanzar estas edificaciones con el empleo de la mampostería como elemento rigidizador frente a carga de viento y promover la necesidad del incremento de la resistencia a compresión bruta de los bloques en Cuba. Se realiza la modelación de la edificación con el empleo del programa de análisis y diseño *Robot Millenium* y se determinan las alturas posibles a alcanzar mediante la obtención de los desplazamientos y tensiones máximas que cumplan con los estados límites últimos y de servicio.

Palabras clave: edificios altos; mampostería; tímpanos; modelación matemática.

* Recibido: 12 noviembre 2017 / Aceptado: 3 febrero 2018.

Influences of compression strength blocks in the employment of the masonry shearwall in front of wind load

Abstract: A comparative study of a building with a mixed system of masonry porches and eardrums was carried out with the use of 7 MPa and 12 MPa gross compression resistance blocks. The objective is to determine the height that these buildings can reach with the use of masonry as a stiffening element against wind load and promote the need for an increase in the resistance to crude compression of the blocks in Cuba. The modeling of the building is carried out with the use of the Robot Millenium analysis and design program and the possible heights to be reached are determined by obtaining the displacements and maximum stresses that comply with the final and service limit states.

Key words: high buildings; masonry; shear wall; mathematic modeling.

Introducción

La tipología estructural más empleada en Cuba para la construcción de edificios altos ha sido la de pórticos debido a la transparencia visual, funcionalidad y la movilidad arquitectónica que se logra con los mismos. Su mayor desventaja radica en la alta flexibilidad que experimentan frente a las cargas laterales, lo cual obliga, con el incremento de la altura de la edificación, a incorporar elementos rigidizadores que garanticen que los desplazamientos laterales, tanto el relativo entre los pisos como el del tope de la edificación, se encuentren dentro de los límites permisibles.

Es conocido que una de las formas de rigidizar el sistema de pórticos es mediante la incorporación de tímpanos en algunos de los ejes de la edificación o aprovechar las cajas de ascensores o escaleras para este fin, pues poseen una rigidez muy superior a la del conjunto de pórticos que puedan existir en un edificio. Tradicionalmente el material más empleado para la construcción de tímpanos es el hormigón armado, pudiendo emplearse la mampostería. Este material, con gran tradición constructiva en nuestro país, ofrece ventajas importantes, pues a la vez que se utiliza como elemento resistente, hace la función de divisor entre espacios y es buen aislante térmico y acústico. La baja resistencia a tracción y su forma de rotura frágil son compensadas, al igual que en el hormigón, con la adición de refuerzo y aumentando la resistencia a compresión de los bloques (Ruiz, 2012).

Dentro de las propiedades que caracterizan a las obras de mampostería se encuentra la resistencia a compresión de las piezas. Para el caso del empleo de bloques de hormigón en Cuba la resistencia a compresión de los mismos está referida al área bruta (NC-774, 2012). La máxima resistencia a compresión bruta establecida en nuestro país es de 7 MPa, mientras que a nivel internacional se alcanzan resistencias a compresión por el orden de los 20 MPa referida al área bruta (CIRSOC-501, 2007; NMX-C-404-ONNCCE-2012, 2015; NTG-41054, 2010) lo cual hace posible, entre otros factores, que se puedan construir edificios de más de diez niveles con el empleo de la mampostería.

El empleo de la mampostería para la construcción de tímpanos puede resultar una solución factible para reducir los desplazamientos laterales y crecer en altura. En este aspecto la resistencia a compresión de los bloques resulta una variable de vital importancia debido a la influencia que tiene en la resistencia a compresión de la

mampostería como material y, por tanto, en la capacidad portante de los muros, lo que influye en la altura máxima que se vaya a alcanzar en la edificación.

El presente trabajo tiene como objetivo hacer una propuesta de incremento de la resistencia a compresión bruta de los bloques de hormigón, a partir de la demostración de su influencia en la resistencia a compresión de la mampostería, desde el punto de vista estructural, en la altura de las edificaciones, empleándose como material de los elementos rigidizadores frente a la carga de viento. Para ello se propone la modelación de un edificio porticado destinado a viviendas, bajo la acción de la carga de viento, con el empleo de cajas de ascensores y escaleras de mampostería como elementos rigidizadores compuesta por bloques de hormigón de 20 cm de espesor y una resistencia a compresión bruta de 7 MPa y 12 MPa como propuesta. Para la modelación del edificio se utilizará el software Robot Millenium 2014.

Materiales y métodos

La edificación objeto de estudio está destinada a viviendas y se encuentra ubicada en La Habana. Estructuralmente está conformada por pórticos de hormigón armado y losas hormigonadas *in situ* con una resistencia a compresión de 30 MPa. El puntal de cada piso es de 2,8 m de nivel de piso terminado (NPT) a (NPT).

Las secciones transversales de las vigas del pórtico serán de 30 x 45 cm, las columnas de 40 x 40 cm y las losas de 15 cm de espesor. Las cajas de ascensores y escaleras son de mampostería de bloques de 20 cm de espesor encargados de tomar la carga de viento. La resistencia a compresión de la mampostería variará en función de la resistencia a compresión bruta de los bloques y del empleo de mampostería simple o macizada. Se proponen, como ya se explicó, resistencias a compresión bruta de los bloques de 7 MPa y 12 MPa.

La altura de la edificación es la variable que se define en función de la resistencia a compresión de la mampostería que se emplee. La Figura 1 muestra la planta y elevación de la misma.

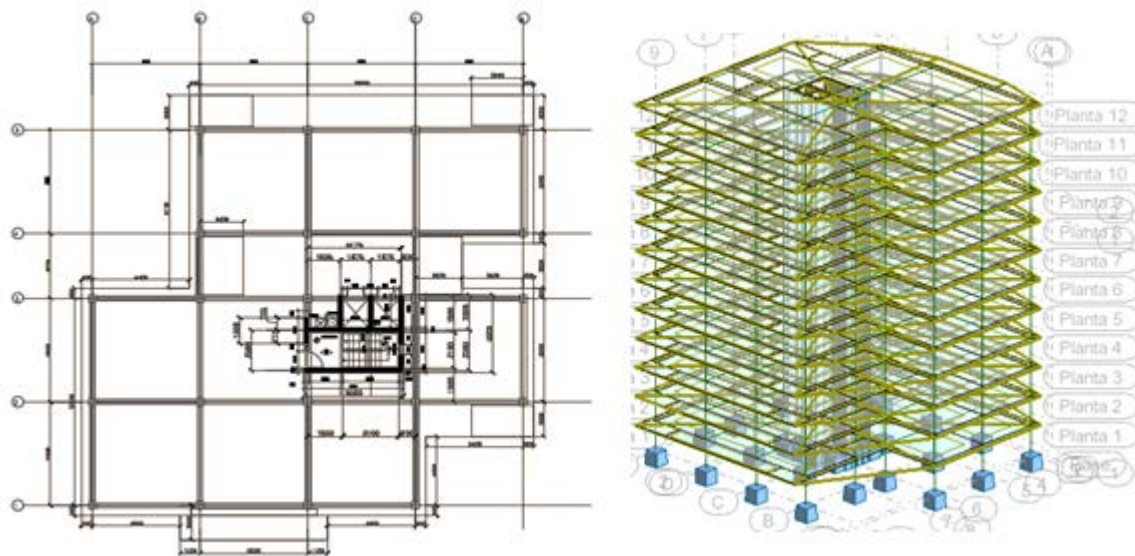


Figura 1. Planta y elevación de la edificación modelada con el empleo del software Robot Millenium 2014.

Como se aprecia en la Figura 1 la ubicación de la caja de ascensores se encuentra en la zona central de la planta con el objetivo de evitar excesivas torsiones debido a la acción de la carga horizontal, dada la asimetría que presenta la planta arquitectónica.

Las propiedades de la mampostería que fueron introducidas en el programa son las siguientes:

f_m = Resistencia característica a compresión de la mampostería

$E = 1000 f_m$ Módulo de elasticidad de la mampostería

$G = 0,4E$ Módulo de elasticidad a cortante de la mampostería

$\mu = 0,2$ Coeficiente de Poisson de la mampostería

γ = Densidad del material.

La resistencia a compresión de la mampostería se obtiene mediante la expresión 1 establecida en NC-774 (2012), que depende de la resistencia a compresión del bloque y del mortero.

$$f_{mbl} = \left(\frac{100 + f_{bl}}{100 + 2,5 f_{bl}} \right) \left(1 - \frac{0,3}{0,6 + \frac{f_m}{f_{bl}}} \right) f_{bl} \tag{1}$$

Donde:

f_{bl} Resistencia característica a compresión del bloque en kg/cm^2

f_{mbl} Resistencia bruta característica a compresión de la mampostería en kg/cm^2

f_M Resistencia característica a compresión del mortero en kg/cm^2 .

Se va a emplear un mortero de tipo III según NC-175 (2002), con una resistencia característica a compresión de 5,2 MPa.

La Tabla 1 muestra los valores de resistencia a compresión de la mampostería simple y macizada obtenidos, dada la resistencia a compresión de mortero y bloque propuestas.

Tabla 1. Resistencia a compresión de la mampostería simple y macizada (MPa)

f_M	f_{bl}	f_{mbl}	f_{nmb}
5,2	7,0	3,36	7,30
5,2	12,0	4,68	10,17

f_{nmb} Resistencia neta de la mampostería asociada a la mampostería macizada (determinada a partir de la relación Área neta/Área bruta del bloque).

Para el caso de estudio se emplea bloque de dos huecos de dimensiones 50x20x20 cm al que corresponde una relación Área neta/Área bruta de 0,46.

Otras propiedades de interés estructural para la modelación empleadas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades de la mampostería empleadas en la modelación

	E (MPa)	G (MPa)	μ	γ (kN/m ³)
Mampostería simple, bloque de 7 MPa	3 360	134,4	0,2	14,0
Mampostería macizada, bloque de 7 MPa	7 300	2 920,0	0,2	19,4
Mampostería simple, bloque de 12 MPa	4 680	187,2	0,2	14,0
Mampostería simple, bloque de 12 MPa	10 170	4068,0	0,2	19,4

Las columnas y los tímpanos son empotrados en la base y las uniones viga-columnas continuas.

Las cargas consideradas se detallan a continuación:

Cargas permanentes (NC-283, 2003)

Tabiques: 0,5 kN/m²

Losas hidráulicas: 0,23 kN/m²/cm (1 cm de espesor)

Relleno de piso: 0,18 kN/m² /cm de espesor (8 cm)

Enrajonado es 0,18 kN/m²/cm (12 cm de espesor)

Soldadura es de 20 kN/m²/cm (1 cm de espesor).

Cargas de uso (NC-284, 2003)

1,75 kN/m² (habitaciones de viviendas no comunes)

4 kN/m² (balcones)

2 kN/m² (cubierta).

Carga de viento (NC-285, 2003)

$$q = q_{10} * C_t * C_h * C_r * C_s * C_f * C_{ra} \quad (2)$$

Donde:

C_t : Coeficiente de recurrencia (1)

C_h : Coeficiente de altura (Tabla 3)

C_r : Coeficiente de ráfaga (varía según la altura de la edificación)

C_s : Coeficiente de sitio (1)

C_f : Coeficiente de forma

C_{ra} : Coeficiente de reducción por área expuesta (1)

q_{10} : Presión base del viento en la zona ($1,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$).

Tabla 3. Coeficientes de altura

Altura H (m)	C_h
2,8	0,48
5,6	0,48
8,4	0,62
11,2	0,68
14,0	0,74
16,8	0,81
19,6	0,88
22,4	0,92
25,2	0,97
28,0	1,02
30,8	1,07
33,6	1,11
36,4	1,15
39,2	1,20
42,0	1,22

Las combinaciones de cargas empleadas según NC-450 (2006) son:

$$1,4 D$$

$$1,2 D + 1,6L + 0,5 L_r$$

$$1,2 D + 1,6 L_r + 0,5L$$

$$1,2 D + 1,6 L_r + 0,8W$$

$$1,2 D + 1,4 W + 0,5L + 0,5 L_r$$

$$0,9 D + 1,4 W$$

Donde:

D Carga permanente

L Carga de uso

L_r Carga de uso de cubierta

W Carga de viento.

Resultados y discusión

El estudio incluye los siguientes casos:

1. Modelación de la edificación con diez niveles (altura total=28 m), sin considerar el aporte de las cajas de ascensores y escaleras.
2. Determinación de la altura de la edificación con el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería simple con bloques de 7 MPa y 12 MPa.
3. Determinación de la altura de la edificación con el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería macizada con bloques de 7 MPa y 12 MPa.

La determinación de la altura para cada caso se realizó a partir de los criterios de los estados límites por resistencia y por utilización. El procedimiento se muestra a continuación.

1. Modelación de la edificación con diez niveles (altura total=28 m) sin el aporte de las cajas de ascensores y escaleras

Dada la asimetría de la planta del edificio, es difícil determinar a simple vista cuál es el sentido más desfavorable en que puede actuar el viento, por lo que fueron consideradas las dos direcciones del viento y actuando en los cuatro sentidos. En la Figura 2 se muestran los coeficientes de forma para cada caso.

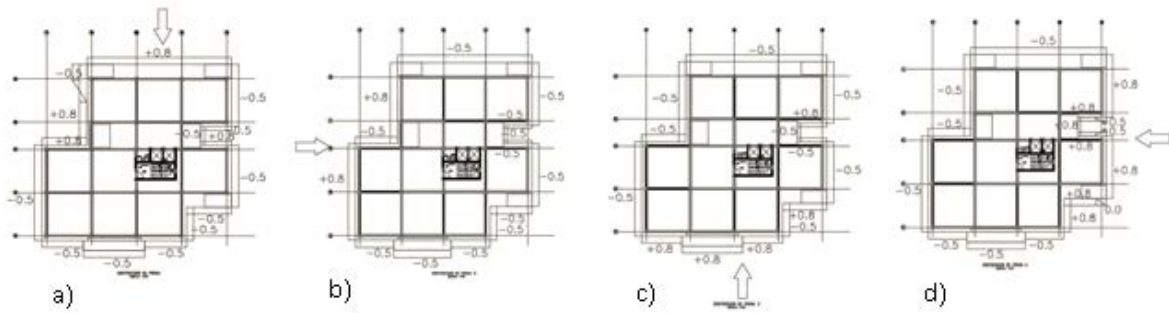


Figura 2. Coeficientes de forma para las 4 direcciones en las que puede actuar el viento.

En la Figura 3 se muestran los máximos valores de desplazamientos laterales en la dirección de X de los casos analizados, que corresponden al 2c).

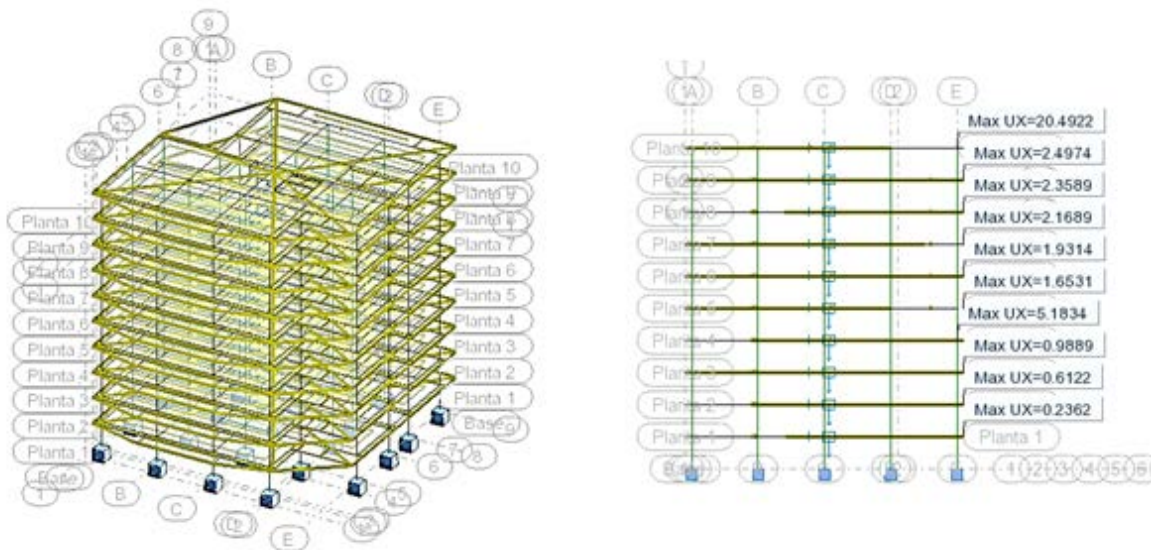


Figura 3. Máximos desplazamientos por planta en la dirección del eje X, correspondientes al caso 2c.

La Tabla 4 expone los valores de desplazamientos obtenidos en cada dirección analizada así como el desplazamiento permisible para la altura de 28 m de la edificación.

Tabla 4. Desplazamientos en el tope de la edificación (cm)

Desplazamiento en X	Desplazamiento en Y	Desplazamiento Permisible (H/500)
20,5	4,8	5,6

Como se aprecia en la Tabla 4 el desplazamiento obtenido en la dirección X supera el límite permisible establecido, por lo que se incorpora, a este fin, el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería.

2. Determinación de la altura con el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería simple con bloques de 7 MPa

Para el edificio con diez niveles (28 m), considerando el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería al emplear bloques de 7 MPa de resistencia a compresión, se obtuvieron los valores de desplazamientos que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Desplazamientos en el tope de la edificación (cm)

Desplazamiento en X	Desplazamiento en Y	Desplazamiento permisible (H/500)
1,7	2,7	5,6

Los resultados demuestran que se cumple el estado límite de servicio por deformación.

Estado límite último

Las tensiones permisibles a compresión de un muro de mampostería simple se obtienen según la siguiente expresión:

$$\sigma \leq \varphi \beta f'_m \quad (3)$$

Donde:

$\varphi = 0,6$ Factor reductor de la resistencia

$\beta = 0,89$ Factor reductor por efecto de la esbeltez y la excentricidad de la carga (responde a $e_{min} = 0,05 t$ y $\lambda = 14$).

f'_m Resistencia característica a compresión de la mampostería.

Sustituyendo se obtiene que la capacidad resistente del muro para bloques de 7 MPa es de **1,79 MPa** y para bloques de 12 MPa es de **2,49 MPa**.

El muro más esforzado es para la combinación $(1,2 D + 1,4 W + 0,5 L + 0,5 L_r)$, con un valor de tensión máxima a compresión de $\sigma_{yy} = 2,60 MPa$ en el primer nivel del edificio (Figura 4), superando las tensiones permisibles. por lo que no se satisface el

estado límite último. Con la comparación realizada se afirma que la condición que limita la altura del edificio es la tensión actuante en la mampostería, ya que en el edificio con los muros de menor resistencia a compresión se logra cumplir con el desplazamiento permisible.

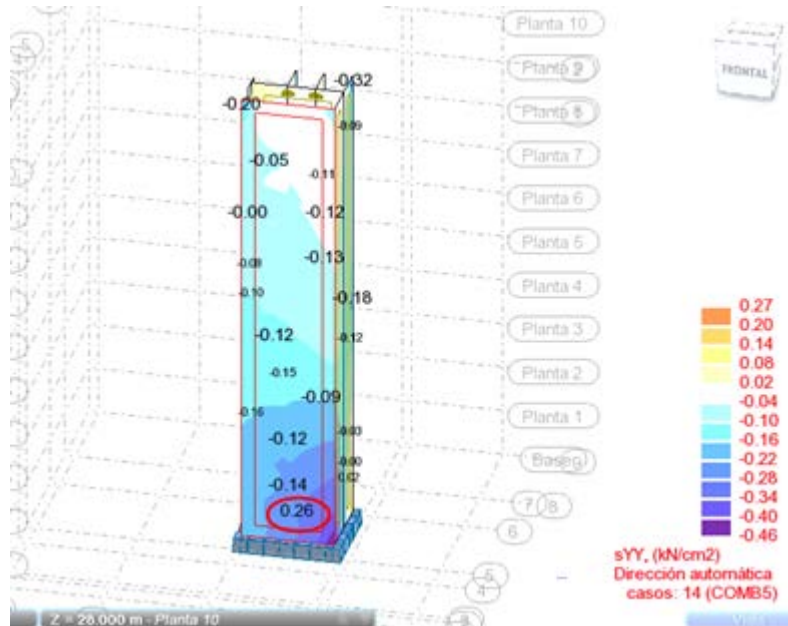


Figura 4. Distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado debido a la combinación pésima ($1,2D + 1,4W + 0,5L + 0,5L_r$) para el muro de diez niveles de altura de mampostería simple formada por bloques de 7 MPa.

Lo anterior obliga a determinar la altura para la cual deben emplearse muros de mampostería como elementos rigidizadores con resistencia a compresión bruta de los bloques de 7 MPa y 12 MPa.

La altura óptima que garantiza el cumplimiento del estado límite último para el caso del empleo de bloques de 7 MPa es de 14 m, equivalente a cinco niveles, debido a que la máxima tensión a compresión actuante es $\sigma_{yy} = 1,60 \text{ MPa} \leq \phi\beta f'_m = 1,79 \text{ MPa}$ por lo que se satisface la condición para el estado límite último. En la Figura 5 se muestra la distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado.

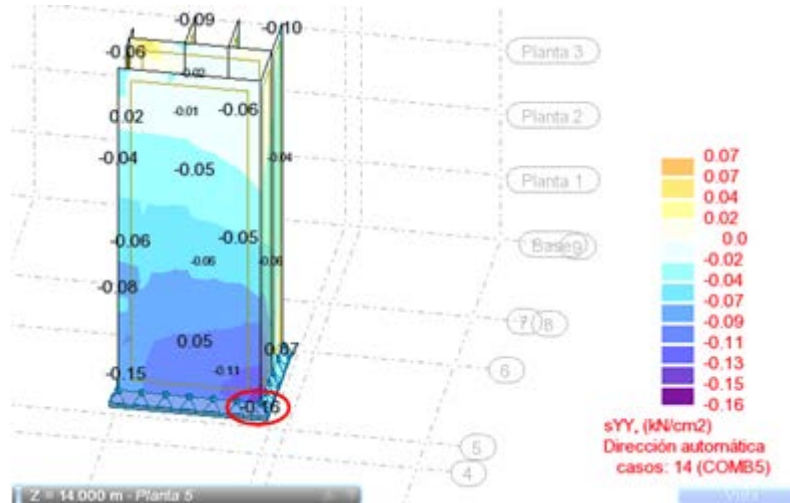


Figura 5. Distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado debido a la combinación pésima ($1,2 D + 1,4 W + 0,5 L + 0,5 L_r$) para el muro de mampostería simple formada por bloques de 7 MPa para cinco niveles.

La altura obtenida en la edificación con los muros compuestos por bloques de resistencia a compresión bruta de 12 MPa es de seis plantas, para una máxima tensión a compresión actuante de $\sigma_{yy} = 1,80 \text{ MPa} \leq \phi \beta f'_m = 2,49 \text{ MPa}$, que satisface la condición para el estado límite último. En la Figura 6 se muestra la distribución de tensiones σ_{yy} .

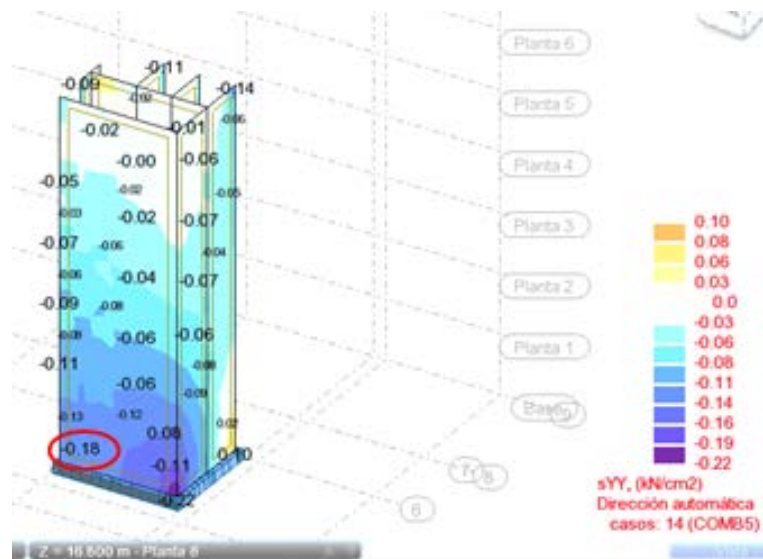


Figura 6. Distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado debido a la combinación pésima para el muro de mampostería simple de seis niveles formado por bloques de 12 MPa (16,8 m de altura).

Determinación de la altura con el aporte de la caja de ascensores y escaleras de mampostería macizada con bloques de 7 MPa y 12 MPa

La altura obtenida para el edificio con los muros macizados compuestos por bloques de resistencia a compresión de 7 MPa fue de diez niveles. En la Figura 7 se muestra la distribución de tensiones σ_{yy} en los muros del edificio. En este caso, en el muro más esforzado debido a la combinación más desfavorable se obtuvo que la máxima tensión a compresión actuante $\sigma_{yy} = 3,00 \text{ MPa} \leq \phi\beta f'_m = 3,90 \text{ MPa}$, por lo que satisface la condición para el estado límite último.

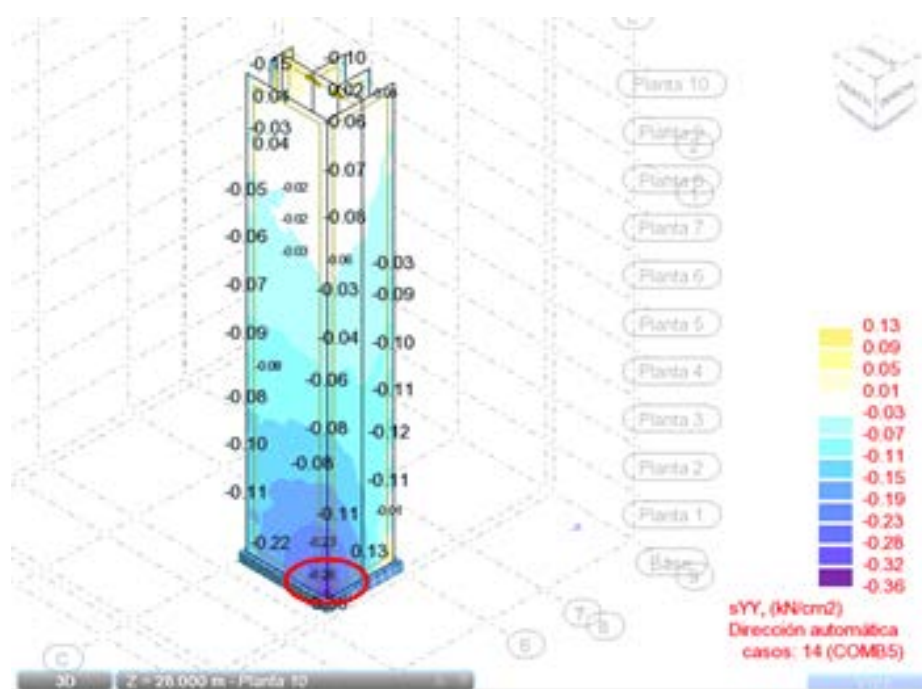


Figura 7. Distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado debido a la combinación pésima ($1,2D + 1,4W + 0,5L + 0,5L_r$) para el muro de mampostería macizada compuesta por bloques de 7 MPa para diez niveles.

Para el caso del edificio con los muros macizados compuestos por bloques de resistencia a compresión de 12 MPa la altura obtenida para fue de 12 plantas (33,6 m) con una máxima tensión a compresión actuante de $\sigma_{yy} = 5,40 \text{ MPa} \leq \phi\beta f'_m = 5,43 \text{ MPa}$, por lo que satisface la condición para el estado límite último. En la Figura 8 se muestra la distribución de tensiones σ_{yy} .

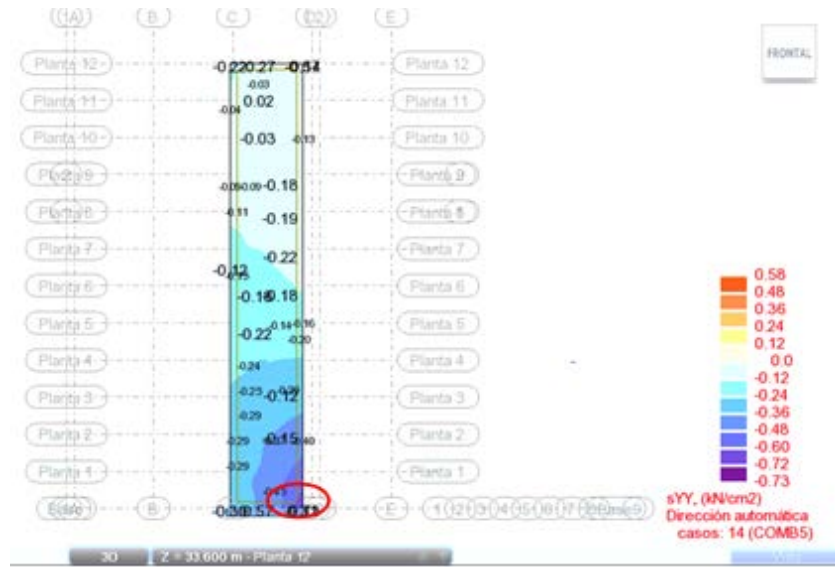


Figura 8. Distribución de tensiones σ_{yy} en el muro más esforzado debido a la combinación pésima $(1,2 D + 1,4 W + 0,5 L + 0,5 L_v)$ para el muro de mampostería macizada compuesta por bloques de 12 MPa para doce niveles.

Resistencia a cortante

Las tensiones permisibles a cortante de un muro de mampostería simple se obtienen según la siguiente expresión:

$$f \leq \varphi f_v \tag{4}$$

Donde:

$\varphi = 0,6$ Factor reductor de la resistencia

f_v Resistencia característica a cortante de la mampostería

f Tensión de corte actuante.

La resistencia característica a cortante de la mampostería se obtiene del menor valor de las siguientes expresiones.

$$f_v \leq \left\{ \begin{array}{l} f_{vko} + 0,4\sigma'_m \\ 0,065f'_m \\ \text{el valor límite de la Tabla 6} \end{array} \right\}$$

En la Tabla 6 se muestran los valores de resistencia a cortante puro f_{vko} y límite de f_v de mampostería de mortero ordinario.

Tabla 6. Resistencia a cortante puro f_{vko} y límite de f_v de mampostería de mortero ordinario

Piezas de mampostería	Resistencia del mortero (MPa)	F_{vk} (N/mm ²)	Límite de f_v (N/mm ²)
Arcilla cocida	$f'_M = 12,4$	0,30	1,0
	$2,4 \leq f'_M \leq 8,9$	0,20	1,0
	$f'_M < 2,4$	0,10	1,0
Sílicocalcáreas	$f'_M = 12,4$	0,20	1,0
	$2,4 \leq f'_M \leq 8,9$	0,15	1,0
	$f'_M < 2,4$	0,10	1,0
Hormigón	$f'_M = 12,4$	0,20	1,0
Piedra natural	$f'_M = 12,4$	0,10	1,0

La resistencia característica a cortante de la mampostería compuesta por bloques de 7 MPa y 12 MPa es $f_v = 0,22 \text{ MPa}$ y $f_v = 0,30 \text{ MPa}$, respectivamente.

Mampostería simple

La tensión de corte actuante para el edificio de cinco niveles con bloques de 7 MPa, tal como se muestra en la figura es $f = 0,15 \text{ MPa} \geq \phi f_v = 0,13 \text{ MPa}$. De manera similar para el caso de la edificación, con el empleo de bloques de 12 MPa con los que se alcanzaron seis niveles, se obtuvo $f = 0,09 \text{ MPa} \leq \phi f_v = 0,18 \text{ MPa}$. La Figura 9 muestra la distribución de tensiones que se obtienen para cada caso.

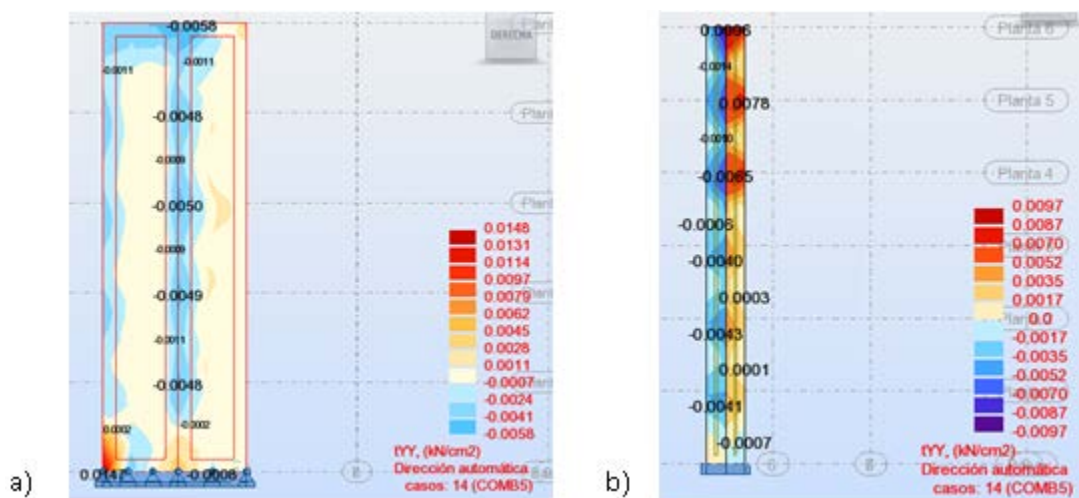


Figura 9. Distribución de tensiones τ_{yy} en el muro más esforzado debidas a la combinación pésima ($1,2 D + 1,4 W + 0,5L + 0,5L_r$). a) Muro de mampostería simple compuesta por bloques de 7 MPa y cinco niveles de altura, b) Muro de mampostería simple compuesta por bloques de 12 MPa y seis niveles de altura.

Como se aprecia, el edificio de cinco niveles no cumple con las tensiones permisibles a cortante por lo que es necesario disminuir un nivel. La tensión de corte actuante para el edificio compuesto por mampostería simple con bloques de 7 MPa de cuatro niveles es:

$$f = 0,07 \text{ MPa} < \varphi f_v = 0,13 \text{ MPa}$$

Mampostería macizada

La tensión de corte actuante para el edificio de diez niveles compuesto por mampostería macizada con bloques de 7 MPa es $f = 0,19 \text{ MPa} > \varphi f_v = 0,13 \text{ MPa}$. Para el caso del empleo de bloques de 12 MPa en la edificación de doce niveles se obtiene $f = 0,91 \text{ MPa} > \varphi f_v = 0,18 \text{ MPa}$. En la Figura 10 se muestra la distribución de tensiones obtenidas para cada caso.

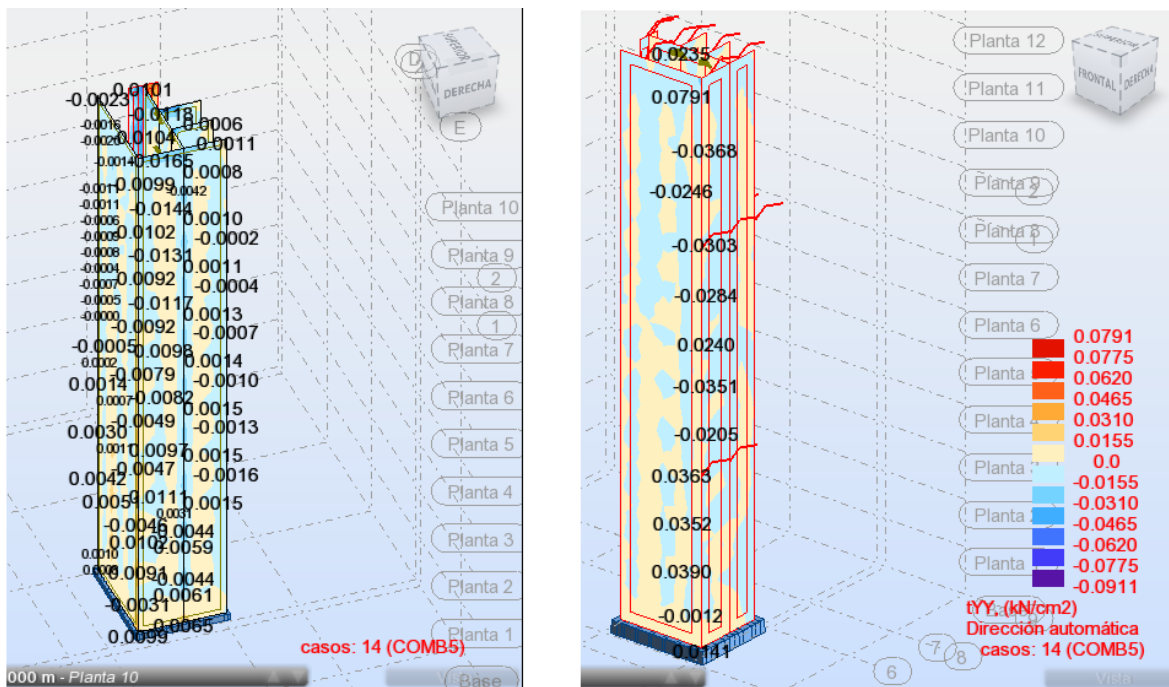


Figura 10. Distribución de tensiones τ_{yy} en el muro más esforzado debidas a la combinación pésima ($1,2 D + 1,4 W + 0,5L + 0,5 L_r$). a) Muro de mampostería simple compuesta por bloques de 7 MPa y cinco niveles de altura, b) Muro de mampostería simple compuesta por bloques de 12 MPa y seis niveles de altura.

Como se aprecia, para el caso de la mampostería macizada no se cumple con las tensiones permisibles a cortante. Investigaciones realizadas (Gallegos & Casabonne, 2005) señalan que el hormigón que se emplea para macizar no modifica la resistencia unitaria a corte último por lo que las tensiones permisibles a cortante se mantienen constantes. Por tanto, desde el punto de vista de los esfuerzos normales de compresión, no es necesario reforzar los muros para las alturas de diez y doce niveles, pero sí deben reforzarse para absorber los esfuerzos de tracción diagonal debidos al cortante.

Las Tablas 7 y 8 resumen la influencia de la resistencia a compresión de los bloques en el empleo de la mampostería como elemento rigidizador frente a carga de viento para el edificio modelado. En ellas se reflejan los resultados alcanzados para el estado límite por deformación (Tabla 7) y el estado límite último para tensiones normales (Tabla 8).

Tabla 7. Alturas obtenidas y máximos desplazamientos en el tope

Mampostería empleada	Altura (m)	Cantidad de niveles	Desplazamientos máximos Y (cm)	Desplazamientos permisibles (cm)
Bloques 7 MPa	14,0	5	0,51	2,80
Bloques 12 MPa	16,8	6	0,70	3,36
Bloques 7 MPa (Macizada)	28,0	10	2,70	5,60
Bloques 12 MPa (Macizada)	33,6	12	3,32	6,72

Tabla 8. Alturas obtenidas y máximas tensiones en la base del muro

Mampostería empleada	Altura (m)	Cantidad de niveles	Máximas tensiones (MPa)	Tensiones permisibles (MPa)
Bloques 7 MPa	11,2	4	1,20	1,79
Bloques 12 MPa	16,8	6	1,90	2,49
Bloques 7 MPa (Macizada)	28,0	10	3,00	3,90
Bloques 12 MPa (Macizada)	33,6	12	5,40	5,43

En las tablas anteriores se definen las alturas alcanzadas para cada uno de los casos analizados. Se destaca que solo para el empleo de muros de mampostería simple con bloques de 7 MPa se hace necesario reducir de cinco a cuatro niveles por estado límite último definido por el esfuerzo cortante.

Los valores mostrados en las Tablas 7 y 8 aparecen graficados en la Figura 11.

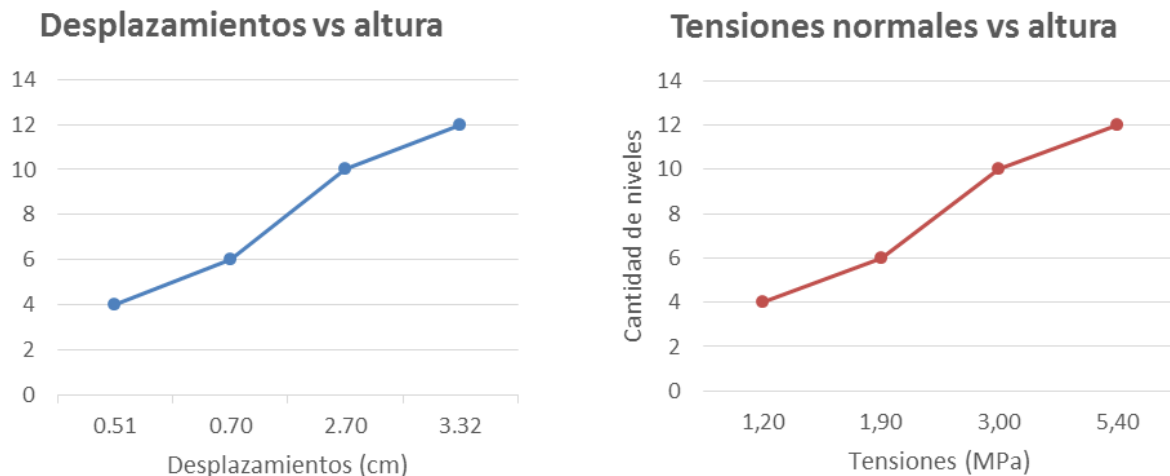


Figura 11. Gráficos de desplazamientos y tensiones vs número de niveles.

Conclusiones

La incorporación de la caja de escaleras y ascensores como parte del sistema de rigidización vertical frente a la carga de viento del edificio logró disminuir el desplazamiento en un 87 %, comparado con el edificio porticado sin el empleo de las mismas, lo que ofrece una medida del gran aporte de rigidez que se logra al tener en cuenta en el análisis estos elementos.

El número de niveles que pueden ser alcanzados con el empleo de la mampostería como material de la caja de ascensores y escaleras como elemento rigidizador está regido por el estado límite último.

Para el edificio modelado se demostró la influencia de la resistencia a compresión de los bloques en el empleo de la mampostería como elemento rigidizador frente a carga de viento en la cantidad de niveles alcanzados en el edificio. Para el edificio con mampostería sin macizar y compuesto por bloques de 7 MPa y 12 MPa se alcanzaron cuatro niveles (11,2 m) y seis niveles (16,8 m), respectivamente. Con el empleo de la mampostería macizada compuesta por bloques de 7 MPa se alcanzaron diez niveles (28 m), mientras que con los de 12 MPa se lograron doce niveles (33,6 m).

Referencias bibliográficas

CIRSOC-501. 2007. Reglamento argentino de estructuras de mampostería. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Argentina.

GALLEGOS, H. & CASABONNE, C. 2005. *Albañilería Estructural*. 3ra ed. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

NC-175. 2002. Morteros de albañilería. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NC-283. 2003. Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NC-284. 2003. Edificaciones. Cargas de uso. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NC-285. 2003. Carga de viento. Método de cálculo. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NC-450. 2006. Edificaciones. Factores de carga o ponderación. Combinaciones. Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NC-774. 2012. Código de buenas prácticas para obras de mampostería (EN 1996-1: 2005, MOD). Oficina Nacional de Normalización, La Habana.

NMX-C-404-ONNCCE-2012. 2015. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación A.C. (ONNCCE). México.

NTG-41054. 2010. Bloques huecos de concreto para muros. Norma Técnica Guatemalteca. Especificaciones. Guatemala.

RUIZ, L. 2012. *Estructuras de Hormigón y Mampostería*. La Habana, Cuba.