

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

VALIDACIÓN DE DEFORMACIONES POR TÉCNICA DE CORRELACIÓN DE IMÁGENES DIGITALES¹

Dos Santos Ayres, Mauricio², Vogel, Alonso³, Duarte, Javier⁴, Reinert, Hugo⁵, Detke, Fernando⁶.

¹ Proyecto de Investigación. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

² Estudiante de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

³ Estudiante de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

⁴ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

⁵ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

⁶ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

INTRODUCCIÓN

En construcciones civiles de la provincia de Misiones es común el uso de las mamposterías de ladrillos cerámicos huecos como cerramiento, despreciando el aporte estructural de estos elementos. Para poder considerar dicho aporte es necesario estudiar el comportamiento mecánico de los mampuestos frente a diferentes estados de carga tanto en el campo elástico como plástico.

El comportamiento mecánico se analiza midiendo las deformaciones que experimenta el elemento mientras se le aplica un sistema de cargas, para poder definir así las características constitutivas del material. Uno de los problemas frecuentes que surge en la medición de deformaciones con flexímetros es el limitado espacio disponible en el ladrillo cerámico hueco, ya que cada pared del mampuesto podría sufrir una deformación diferente, por lo que sería necesario el uso de un gran número de flexímetros para poder obtener el mapa de deformaciones de la sección. Este inconveniente puede salvarse utilizando la técnica de Correlación de Imágenes Digitales (DIC- por sus siglas en inglés), la cual permite evaluar los desplazamientos producidos a partir de imágenes tomadas durante el ensayo. Con esta técnica la sección del mampuesto se divide en subconjuntos virtuales, denominados facetas, y mediante la aplicación de algoritmos de correlación, se busca una región o faceta de la imagen de referencia en la imagen deformada, determinando el vector de desplazamientos en cada conjunto de facetas procesadas. Debido a las ventajas que trae consigo, la técnica de correlación de imágenes digitales es ampliamente utilizada en el análisis de diversos problemas en el campo de la mecánica experimental. Sin embargo, aún no se ha validado el uso de esta técnica en el análisis del comportamiento mecánico de ladrillos cerámicos huecos.

Con el fin de validar la técnica aplicada a los mencionados ladrillos cerámicos huecos se realizaron ensayos de rotura de probetas, midiendo las deformaciones con un flexímetro para luego comparar los resultados con los de un software de correlación de imágenes digitales.

Con el objeto de exhibir la consistencia entre los métodos tradicionales y el método DIC para la medición de deformaciones, se presentan los resultados y conclusiones de los distintos ensayos realizados.

METODOLOGÍA

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

Los ensayos se realizaron en ladrillos cerámicos huecos de nueve y doce agujeros con distintos espesores de pared. Antes de ensayar cada ladrillo se tomaron todas sus medidas para tener una correcta caracterización geométrica de los mismos. Luego, con el fin de que las bases del ladrillo resulten superficies planas y paralelas entre sí, y al mismo tiempo normales al eje longitudinal de la probeta, se realizó un encabezado menor a cinco milímetros con una capa de adhesivo para cerámica. Además, se introdujo una placa rígida de acero entre el ladrillo y la celda de carga, logrando así una distribución uniforme de la carga aplicada, evitando la concentración de tensiones. VER FIGURA 1.



Figura 1- Preparación del ensayo

El ensayo a compresión transversal se realizó con un prensa hidráulica computarizada Ibertest modelo HIB 150. La celda de carga (BSL modelo GCY-2 de 30000 Kg) se encuentra fija y la carga se aplica a una velocidad de 340 kg/s desde abajo hasta llegar a la rotura, motivo por el cual el flexímetro se ubica en la parte inferior, tomando medida del desplazamiento de la prensa que debería ser el mismo que el de la cara inferior del ladrillo. Los datos del flexímetro y de la celda de carga se registraron con un amplificador universal de 8 canales MX 840 del sistema de adquisición de datos QuantumX de HBM.

Por otra parte, se realizó un moteado del ladrillo, generando un patrón estocástico de buen contraste para poder medir la deformación mediante la técnica DIC con el software libre GOM-correlate V8

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

SR1. Las imágenes se tomaron utilizando una cámara fotográfica digital Sony Cyber-Shot DSC-W730 de 16.1 MP y zoom óptico 8x. La ubicación de la cámara es tal que el ladrillo queda en el centro de la imagen, a una distancia fija.

El uso del software consiste básicamente en importar el video grabado con la cámara digital, definir la superficie de análisis y luego de elegir los parámetros necesarios, introducir una escala de medición para obtener seguidamente los desplazamientos horizontales y verticales. Estos desplazamientos se comparan con los que se registraron por medio del adquirente de datos a través del flexímetro.

Cabe destacar que para que las mediciones sean comparables, se identificó en cada video el momento exacto en el cual la adquirente comienza a registrar los datos de la celda de carga y del flexímetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el software se pueden obtener los desplazamientos en cualquier punto de la superficie del ladrillo, pero para poder contrastar estos valores con los del adquirente de datos se toma como punto de comparación la deformación en la esquina del ladrillo que se encuentra más cercana al flexímetro como se muestra en la FIGURA 2.

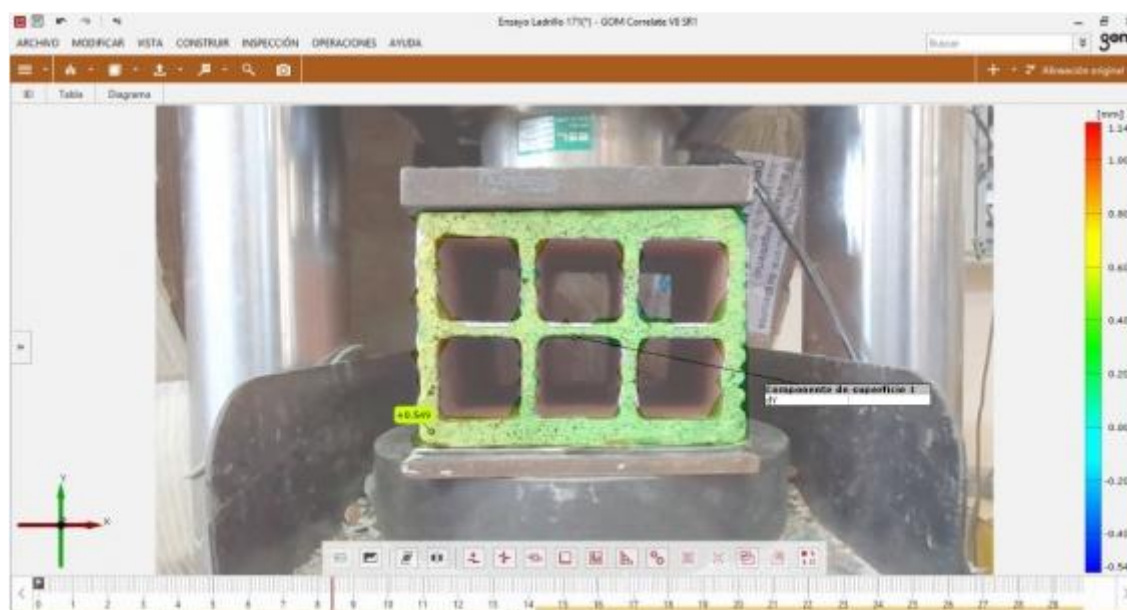


Figura 2- Obtención del desplazamiento vertical según el software GOM.

En la tabla que se muestra más adelante se pueden ver, para uno de los ensayos y para cada segundo de grabación, el desplazamiento en la dirección vertical del punto mencionado, como así también los valores de carga y desplazamiento arrojados por el adquirente de datos. Además se muestra la baja diferencia porcentual entre los guarismos obtenidos por los dos métodos de medición para cada segundo de ensayo, haciendo notar el promedio de 8% para el caso mostrado. También se muestra la curva correspondiente a estos datos, donde la carga (Kg) se representa en el eje de las ordenadas

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXI Jornada de Pesquisa

y el desplazamiento (mm) en el eje de las abscisas. En un mismo gráfico se pueden ver las curvas correspondientes a ambos métodos de medición, y comparándolas se observa que se tratan de rectas prácticamente paralelas.

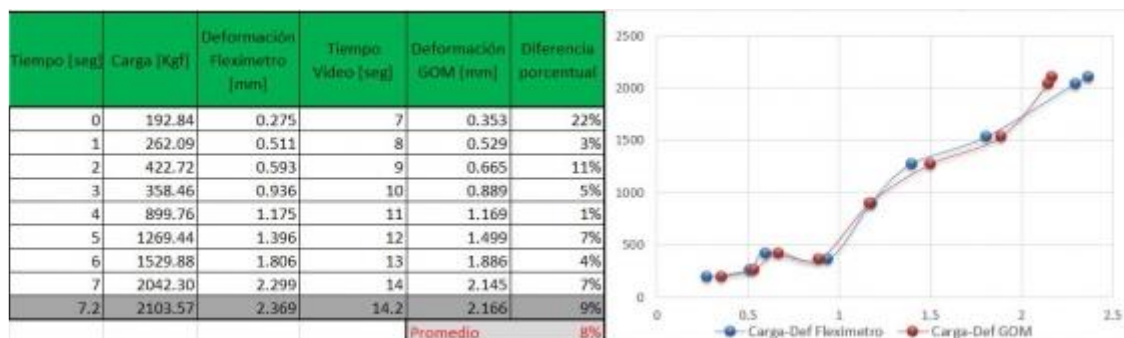


Figura 3- Tabela y curva correspondientes al primer ensayo.

Toda la información procesada como se explica más arriba es exhibida en la FIGURA 4 por medio de las curvas correspondientes de cada ensayo.

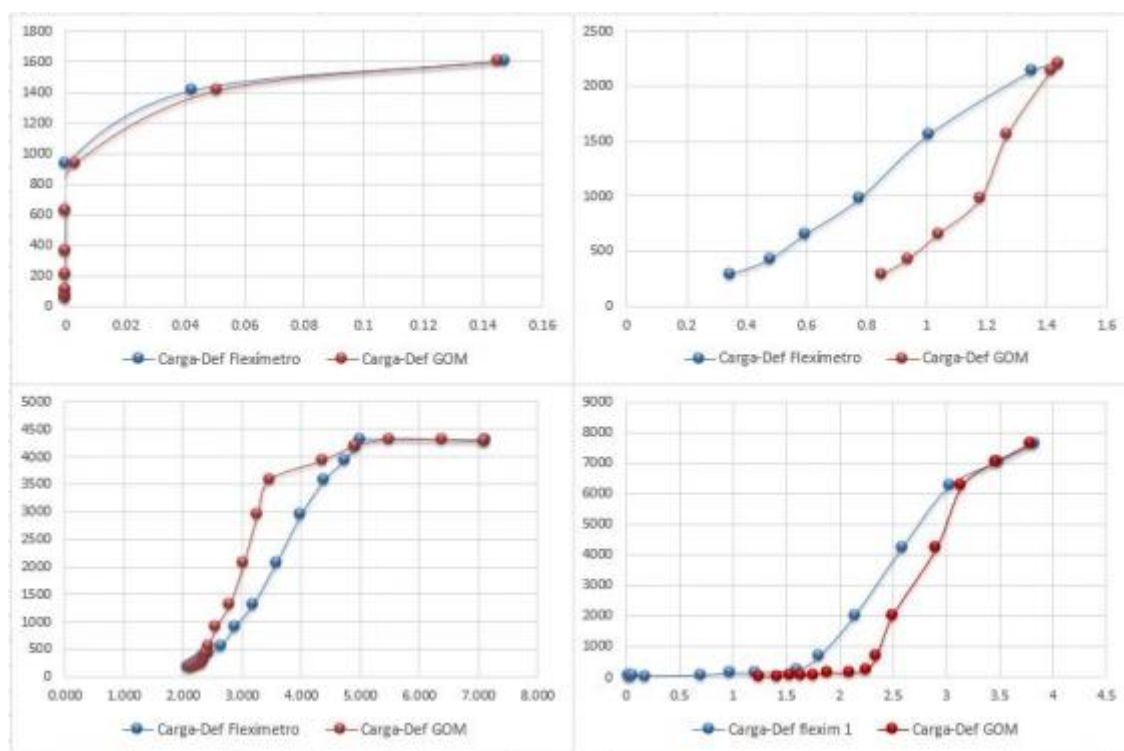


Figura 4- Curvas de diferentes ensayos

CONCLUSIONES

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

La baja diferencia promedio entre los dos métodos de medición indica que con algunos ajustes se pueden medir las deformaciones con el uso del software GOM-correlate. Además se destaca que las curvas Carga vs Desplazamiento de ambos métodos son prácticamente paralelas, lo que hace pensar que la diferencia entre ambas se debe a un error al momento de definir el inicio de cada medición.

Si bien las comparaciones se realizan midiendo la deformación en un solo punto, el hecho de que exista consistencia entre los dos métodos permite asumir que las deformaciones arrojadas por el software en los demás puntos del ladrillo también pueden tomarse como válidos, por lo que tenemos el mapa de deformaciones completo en la dirección vertical. Del mismo modo, se pueden tener las deformaciones en la dirección horizontal, por más que no se haya efectuado la medición con flexímetros.

Se concluye que a pesar de que los ensayos realizados no son suficientes para validar el uso del software, sirven como base para una validación futura ya que muestran consistencia entre el método de medición tradicional y el de correlación de imágenes digitales.

PALABRAS CLAVES

Correlación de Imágenes Digitales; Mampostería; Comportamiento Mecánico

REFERENCIAS

Julian Ajith Thamboo, Manicka Dhanasekar, Cheng Yan. Flexural and shear bond characteristics of thin layer polymer cement mortared concrete masonry. *Construction and Building Materials*, 46 (2013), 104-113.

Xiangjun Dai, Fujun Yang, Zhenning Chen, Xinxing Shao, Xiaoyuan He. Strain field estimation based on digital image correlation and radial basis function. *Optics and Lasers in Engineering*, 65 (2015), 64-72.

Yue Gao, Teng Cheng, Yong Su, Xiaohai Xu, Yong Zhang, Qingchuan Zhang. High-efficiency and high-accuracy digital image correlation for three-dimensional measurement. *Optics and Lasers in Engineering*, 65 (2015), 73-80.

Huu-Luyen Nghiem, Marwan Al Heib, Fabrice Emeriault. Method based on digital image correlation for damage assessment in masonry structures, *Engineering Structures*, 86 (2015), 1-15.

López-Alba E, López-García R, Dorado R, Díaz F. A. (2012). Aplicación de correlación digital de imágenes para el análisis de problemas de contacto. XIX Congreso Nacional De Ingeniería Mecánica. ISSN-0212-5072. Asociación Española de Ingeniería Mecánica. Castellón, España.

F.M. Sánchez- Arévalo, G. Pulos. Use of digital image correlation to determine the mechanical behavior of materials, *Materials Characterization* 53, (2008), 1572-1579

M.A. Sutton, J.H. Yan, V. Tiwari, H.W. Schreier, J.J Orteu. The effect of out-of-plane motion on 2D and 3D digital image correlation measurements. *Optics and Lasers in Engineering*, 46 (2008), 746-757.