

INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN COMO RESPALDO A LA TEORÍA

Gonzalo S. Torrisi

Facultad de Ingeniería, UNCuyo, Mendoza, Argentina
gonzalo.torrisi@ingeniería.uncuyo.edu.ar

Resumen

Un desarrollo teórico siempre debe estar acompañado de un ensayo experimental que valide los resultados obtenidos.

La realización de ensayos en materiales y estructuras resulta de vital importancia para brindar información sobre el comportamiento de los mismos y de esta forma investigar nuevos usos y aplicaciones y brindar soporte a los desarrollos teóricos realizados.

Estos ensayos pueden ser destructivos o no destructivos, dinámicos, estáticos, para enseñanza, para investigación y desarrollo o como control de elementos y materiales en obras civiles.

Palabras-clave: investigación. Ensayos. Calibración experimental. Control de materiales. Comparación de resultados

1. INVESTIGACIÓN

Dentro de las actividades que se desarrollan en las carreras de Ingeniería, la investigación ocupa un lugar importante. Ya en los últimos años se convoca a los alumnos a participar de proyectos de investigación relacionados con algún tema en particular. Algunos de estos proyectos son parte de una tesis de maestría o tesis doctoral donde pueden realizarse desarrollos teóricos y/o experimentales. Dentro de los desarrollos teóricos, la propuesta de nuevos métodos de análisis de estructuras, nuevos materiales y programas específicos son algunos de los frentes de acción.

Dentro del desarrollo de nuevos elementos y materiales se puede mencionar por ejemplo elementos de viga, elementos paneles (Fig. 1) y material mampostería (Fig. 2). Ambos desarrollos formaron parte de una tesis doctoral (Torrisi, 2012). Existen además propuestas de análisis del comportamiento estructural mediante expresiones simplificadas (Torrisi, 2008).

Hoy, por mencionar algunos de los proyectos en curso, se está investigando el comportamiento de pórticos de hormigón armado reforzados con placas de acero (Totter et al, 2017).

1.1. Instrumental

Toda investigación requiere la simulación de problemas complejos y prueba de soluciones. Para realizar esto es necesario el contar con computadoras de gran poder de cómputo y programas específicos para realizar las simulaciones. Cabe mencionar que algunas corridas de programa, como se suele llamar a las simulaciones numéricas, pueden demorar entre algunos minutos hasta varios días. Un caso para mencionar es el modelo del Reactor CAREM 25 que fue simulado en las oficinas del IMERIS y cuyas corridas demoraban varios días. Otro ejemplo es la simulación de un puente de dos tramos de hormigón armado que se está investigando como parte de una tesis doctoral y cuyo tiempo de análisis es de 250 hs.

Como se puede apreciar, los altos tiempos de cómputo requieren que antes de iniciar cada simulación se deben chequear muy bien los datos de entrada e hipótesis realizadas para materiales, elementos y análisis para disminuir al máximo los errores y simulaciones erróneas.

2. EXPERIMENTACIÓN

Todo desarrollo analítico debe estar soportado, en un principio y en cuanto lo permita el problema, por ensayos experimentales que puedan corroborar las hipótesis realizadas y resultados obtenidos. Para esto es importante realizar ensayos de cada una de las partes componentes y materiales constitutivos del problema antes de someter al ensayo a la estructura completa. Es importante notar que se debe tener especial cuidado en la realización de cada uno de los ensayos debido a que los elevados costos para realizarlos imposibilitan muchas veces la construcción de varios modelos.

Como ejemplo, se pueden ver en las siguientes fotos ensayos de Acero (Fig. 3a), hormigón (Fig. 3b), mampuestos (Fig. 3c), mampostería (Fig. 3d) y muros encadenados (Fig. 4). El tamaño de los modelos depende de qué tipo de estructura es y pueden ser en escalas reducidas, como es el caso de los muros de mampostería (Fig. 4) o pequeñas zonas en escala 1:1 como es el caso de las columnas sometidas a corte de la Fig. 5.



Figura 3. Ensayo de materiales

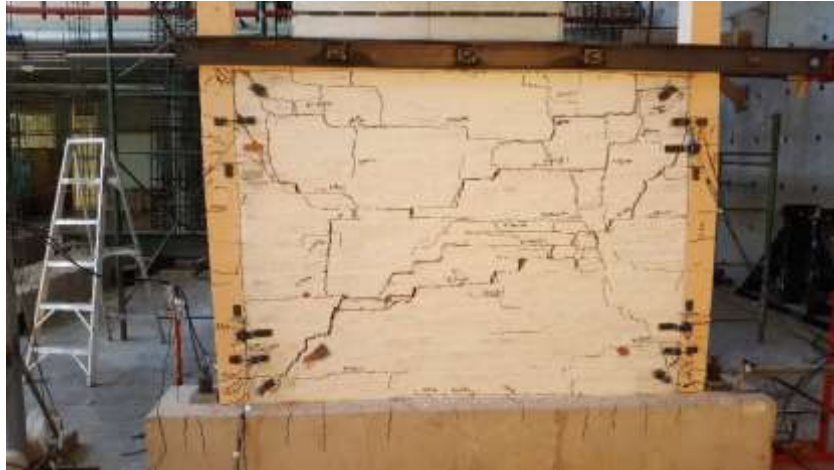


Figura 4. Ensayo de muro de mampostería



Figura 5. Ensayo de columna a corte

Es importante mencionar que no todas los ensayos son destructivos, algunos de ellos son para mostrar fenómenos tridimensionales y el efecto de los terremotos sobre las estructuras, como es el caso de los modelos simples sometidos a cargas dinámicas que se pueden apreciar en la figura 6.

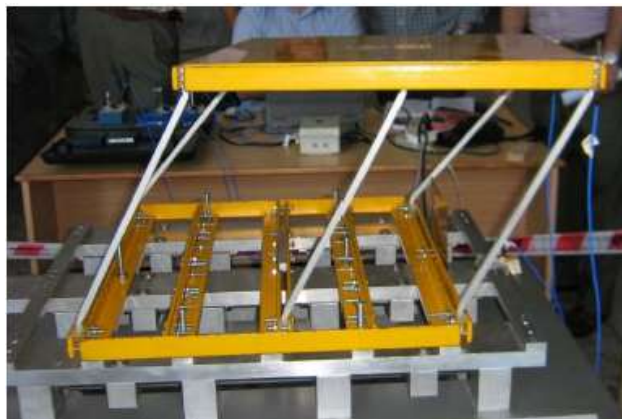


Figura 6. Ensayo dinámico a escala reducida.

2.1. Laboratorio e instrumental

Todo ensayo experimental necesita un espacio y equipamiento especial para realizarlo. El IMERIS cuenta con un muro reactivo de 8m de altura donde se pueden colocar actuadores hidráulicos para “empujar” a las estructuras. Además cuenta con una serie de actuadores que van desde capacidades de 50 kN hasta 1000 kN de simple y doble efecto. Adicionalmente, existen medidores de desplazamiento (LVDT y potenciómetros) y medidores de carga (Celdas de carga) para la realización de ensayos estáticos y dinámicos y adicionalmente para estos últimos, se cuenta con una mesa vibratoria y acelerómetros que permiten medir las aceleraciones en los modelos.

Todo esto hace que se pueda adquirir una gran cantidad de resultados para realizar las calibraciones y comparaciones necesarias con los resultados teóricos obtenidos.

3. RESULTADOS

Tanto la parte experimental como la parte teórica se reúnen en la comparación de resultados y calibraciones del modelo numéricos. La figura 7 muestra los resultados experimentales y analíticos obtenidos para una columna sometida a corte y la figura 8 la comparación de resultados para un muro de mampostería encadenada. En ambos casos, los ensayos fueron realizados en el IMERIS y se puede apreciar que la correlación entre la parte experimental y la parte analítica es muy buena.

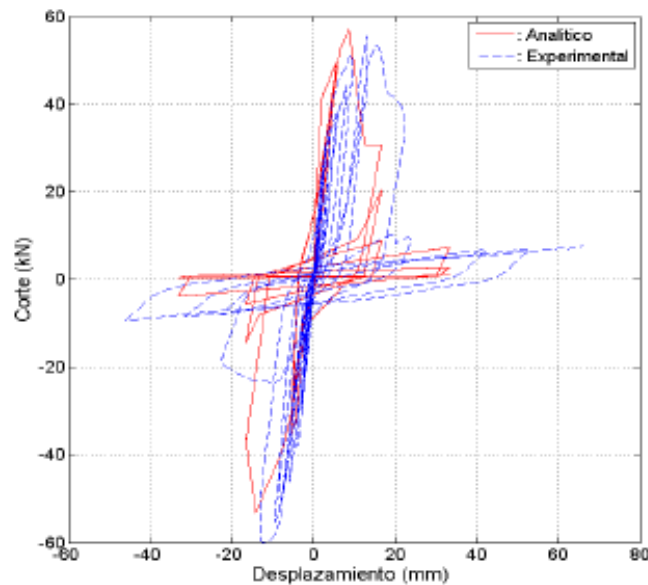


Figura 7. Comparación de resultados columna corta

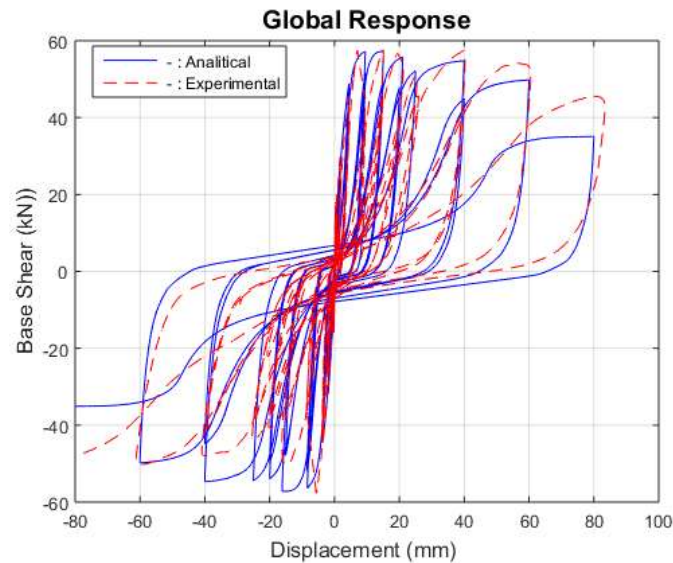


Figura 8. Comparación de resultados muro encadenado.

Es importante mencionar que no siempre los resultados obtenidos experimental y analíticamente son buenos y se corroboran entre sí, sin embargo un resultado analítico, aunque no sea bueno o el esperado, es un resultado y puede ser utilizado si es bien analizado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los organizadores de estas jornadas por permitirme participar y mostrar lo que se realiza en el IMERIS en la parte experimental y analítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Torrise, G.S., (2012). *Análisis y diseño de estructuras de hormigón armado y mampostería*. Tesis doctoral. Mendoza, Argentina. 354p.

Torrise, G.S., (2008). *Diseño de estructuras dúctiles considerando efectos torsionales*. Tesis de Maestría. Mendoza, Argentina. 186p.

Totter, E., Torrise, G. y Crisafulli, F. (2017). Refuerzo sísmico de estructuras de mampostería encadenada a partir de la utilización de muros de corte con placa de acero parcialmente conectadas. EIPAC X, Jujuy, Argentina. 10p.