

INTERACCION MAMPOSTERIA - ESTRUCTURA

Franz Sauter F.
Ingeniero Consultor
Franz Sauter & Asociados S.A.

RESUMEN

Paredes de mampostería integradas a la estructura cambian significativamente las propiedades dinámicas y el comportamiento sísmico de los edificios, restringen la libre deformación del sistema resistente y modifican la distribución de masas y rigideces. Se comentan los diferentes efectos que produce la interacción de la mampostería con la estructura sometida a sollicitaciones sísmicas, y que pueden conducir a la falla de elementos estructurales y al colapso del edificio. Se hace énfasis en la necesidad de considerar en el análisis y diseño dicha interacción; en su defecto, se deben adoptar medidas constructivas para desligar las paredes y tabiques del sistema resistente, para lo cual se presentan soluciones apropiadas.

INTRODUCCION

Bajo el término genérico de mampostería se entiende cualquier componente de una construcción constituido a base de elementos colocados a mano, tales como piedra labrada, ladrillos sólidos y bloques de arcilla o concreto, unidos con mortero o argamasa. En la construcción de edificios es práctica usual emplear elementos de mampostería, tanto en paredes para el cerramiento exterior como en tabiques para la división del espacio interior. Las paredes de mampostería son elementos rígidos que pueden estar integrados o desligados del sistema resistente. Se consideran elementos secundarios cuando no tienen funciones estructurales para resistir cargas gravitacionales y fuerzas laterales, denominados también no-estructurales por no formar parte del sistema resistente. A este tipo de mampostería se refiere esta presentación, pues las obras a base de muros estructurales de mampostería reforzada merecen otra consideración.

Las paredes de mampostería, debidamente dispuestas y construidas, pueden representar para el sistema estructural una primera línea de resistencia y pueden contribuir significativamente al amortiguamiento de las vibraciones y a la disipación de energía sísmica. No obstante, las paredes y tabiques de mampostería integrados al sistema resistente cambian significativamente las características dinámicas y el comportamiento sísmico del edificio, modifican las rigideces y masas, y restringen la deformación y el desplazamiento lateral del sistema. Asimismo, una disposición irregular de la tabiquería puede generar asimetría en planta e inducir efectos torsionales de importancia no considerados en el análisis.

Por lo tanto, en el análisis del sistema resistente de un edificio ante sollicitaciones sísmicas es preciso considerar la interacción de todos los elementos no-estructurales rígidos y se debe tomar en cuenta la influencia que los elementos de mampostería ejercen sobre la respuesta de la obra. En su defecto, y para evitar el problema, se deben adoptar medidas constructivas tendientes a desligar en forma adecuada la tabiquería de la estructura, garantizando en esta forma que el sistema resistente se comporte aproximadamente como lo predice el modelo analítico.

En el análisis de edificios ha sido práctica generalizada desprestigiar los elementos secundarios y no considerar las paredes de mampostería para determinar la respuesta sísmica del sistema estructural. Edificios altos en concreto reforzado, con paredes de mampostería que rigidizan el sistema (Fig.1), han sido idealizados y analizados como pórticos flexibles, desprestigiando la influencia de la tabiquería. Esta práctica es contraproducente y puede tener consecuencias fatales. La presencia de la mampostería modifica significativamente el comportamiento de la estructura, invalidando los resultados del análisis dinámico más sofisticado. además, en un sismo puede ser causa de daños severos y cuantiosos a la propia mampostería, y conducir a la falla de elementos estructurales y al colapso del edificio.

EDIFICIOS DE PLANTA BAJA O PISO FLEXIBLE

Edificios altos, con un sistema resistente a base de pórticos flexibles de concreto reforzado, suelen tener en los pisos superiores tabiques y paredes de mampostería integradas a la estructura, especialmente en edificaciones destinadas a vivienda (Fig.1). La planta baja suele ser un espacio libre para comercio, estacionamiento u otros requerimientos arquitectónicos, y se le conoce como "planta baja flexible", o en forma genérica como "piso flexible" o "piso suave" (soft-story). Los niveles superiores se modifican así, mediante la inclusión de la tabiquería, en un sistema rígido y la energía sísmica tiende a ser disipada por deformación inelástica solamente a nivel de planta baja (Fig.2), conduciendo a una excesiva demanda de ductilidad concentrada en pocos elementos, en este caso en las columnas del primer piso, pudiendo, a su vez, dar lugar a la formación de mecanismos de colapso. La Fig.3 muestra un ejemplo de colapso de un edificio a causa del terremoto de San Salvador 1986 debido al efecto de planta baja flexible. Ejemplos similares se han dado en los terremotos de Caracas 1967, Managua 1972 y México 1985.

EFFECTO DE COLUMNA CORTA

Frecuentemente las paredes integradas a la estructura son de altura menor que los elementos estructurales verticales que las confinan, p.ej cuando se dispone bajo las ventanas parapetos de mampostería (Fig.4 y 5). En estos casos, los elementos de



Fig.1 Edificio con estructura a base de pórticos flexibles de concreto reforzado con paredes de mampostería que rigidizan el sistema, modificando su comportamiento.

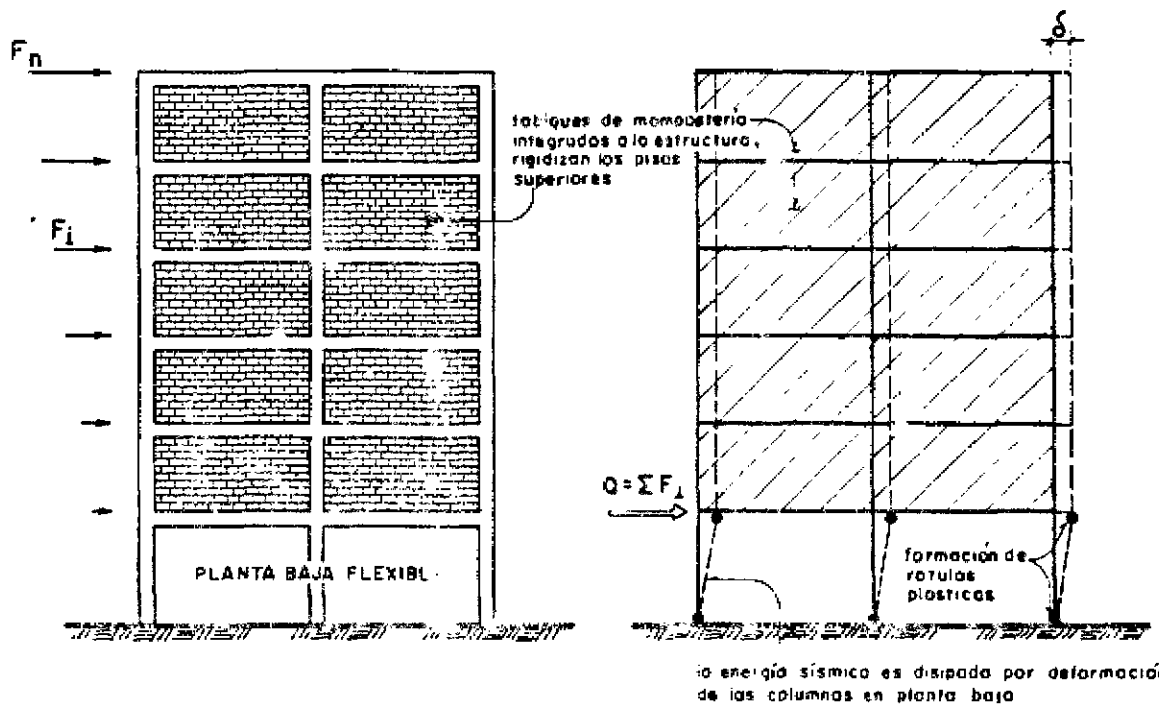


Fig.2 Edificio con planta baja flexible y pisos superiores rigidizados por mampostería. La energía sísmica es disipada por deformación de las columnas de la planta baja, pudiendo conducir a un mecanismo de colapso.



Fig.3 Colapso de un edificio de cuatro pisos con planta baja flexible - Edificio Facultad Ciencias Económicas, Universidad Nacional de El Salvador, terremoto San Salvador 1986.

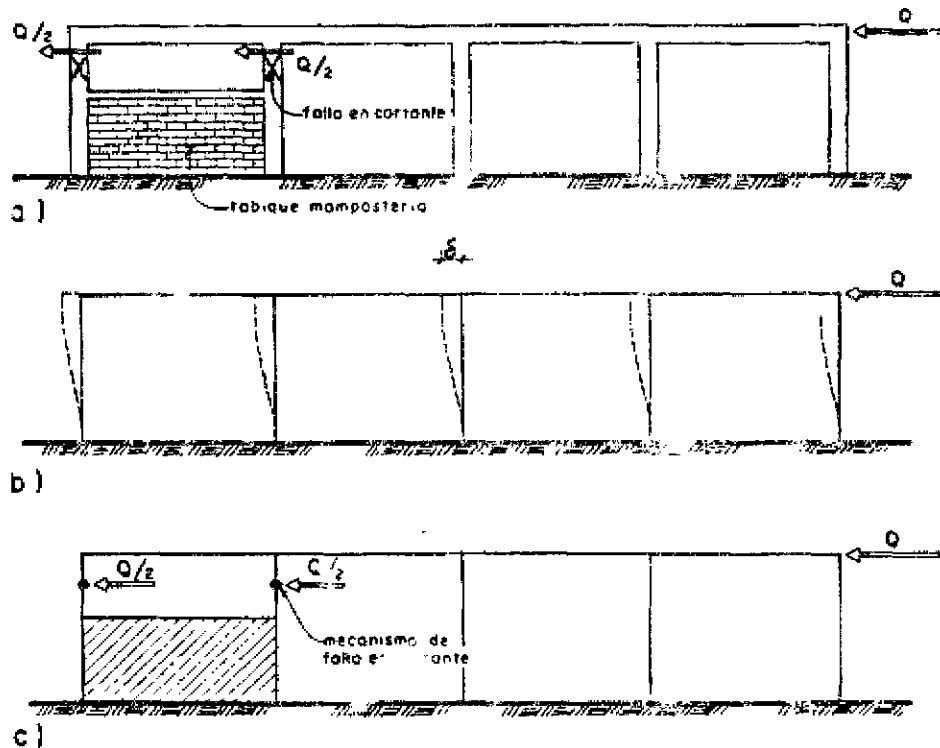


Fig.4 Efecto de columna corta - a. Pórtico restringido parcialmente por tabique de mampostería - b. Libre deformación del pórtico sin restricción de tabiques - c. Deformación restringida por tabique y mecanismo de falla en cortante.

mampostería acortan la longitud de las columnas, modificándolas en elementos rígidos que absorben una mayor parte de las fuerzas laterales, dando lugar a una demanda de ductilidad excesiva, concentrada en pocos elementos. Generalmente, este aspecto se olvida en el proceso del análisis. Las columnas cortas, excepto si son reforzadas y confinadas adecuadamente, no poseen la capacidad para disipar energía mediante deformaciones inelásticas, tendiendo a una falla frágil por cortante (Fig.4 a 7). La falla de elementos estructurales debido al efecto de "columna corta" ha sido observada con gran frecuencia en terremotos recientes (Fig.6 y 7) y en muchos casos esta falla ha conducido al colapso de edificios. En el terremoto de San Salvador 1986 la falla de columnas cortas en la planta baja tuvo como consecuencia el colapso de dos secciones de tres pisos (Fig.7) del Hospital de Niños de dicha ciudad.

FALLA POR CORTANTE

Paredes de mampostería integradas al sistema resistente modifican sustancialmente el flujo de fuerzas. Tabiques aislados, ligados a pórticos flexibles, atraen por su rigidez la mayor parte de las fuerzas laterales y transmiten el cortante del nivel superior al inferior en forma de una fuerza resultante diagonal (Fig.8); la componente horizontal de dicha fuerza puede conducir a la falla en cortante de la columna (Fig.8 y 9) o la componente vertical puede producir la falla de la viga (Fig.8 y 10).

EFEECTO DE TORSION

La disposición irregular en planta de la tabiquería genera asimetría en la distribución de las rigideces del sistema e induce efectos torsionales significativos, los cuales generalmente suelen ser despreciados en el análisis ante solicitaciones sísmicas. La omisión de considerar las rigideces de los elementos de mampostería puede tener consecuencias fatales y conducir a la falla de elementos estructurales y al colapso del edificio.

El efecto de torsión, inducido por la disposición irregular de las paredes y tabiques de mampostería, suele ser especialmente importante en los edificios esquineros. En edificios construidos en la intersección de calles, es práctica común construir las dos fachadas principales a base de materiales livianos, generalmente de vidrio y perfiles de aluminio; en los costados del edificio que coinciden con las líneas de colindancia (Fig.11) se disponen, en cambio, paredes de mampostería, generalmente integradas a la estructura. Estos elementos rígidos tienden a desplazar el centro de rigidez hacia la esquina interior, creando una gran excentricidad respecto al centro de masa. Daños estructurales y aún el colapso son la consecuencia de los efectos torsionales inducidos por las solicitaciones sísmicas. En terremotos recientes (México D.F. 1985, San

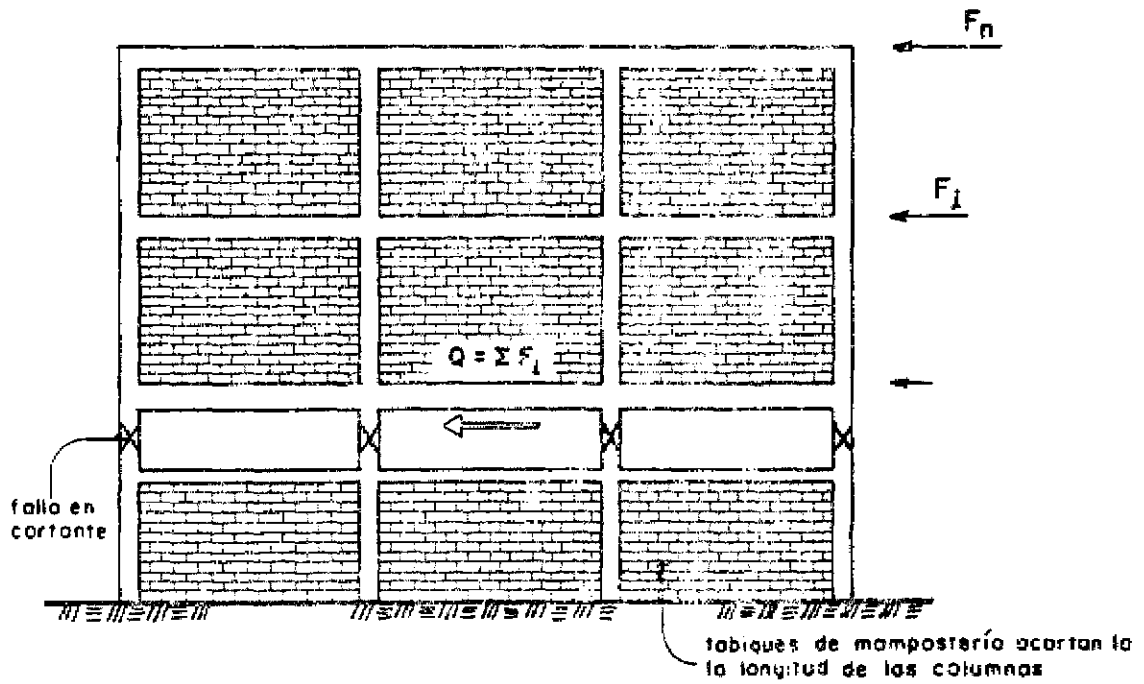


Fig.5 Efecto de columna corta en un edificio de varios pisos, con columnas restringidas por tabiques de mampostería.

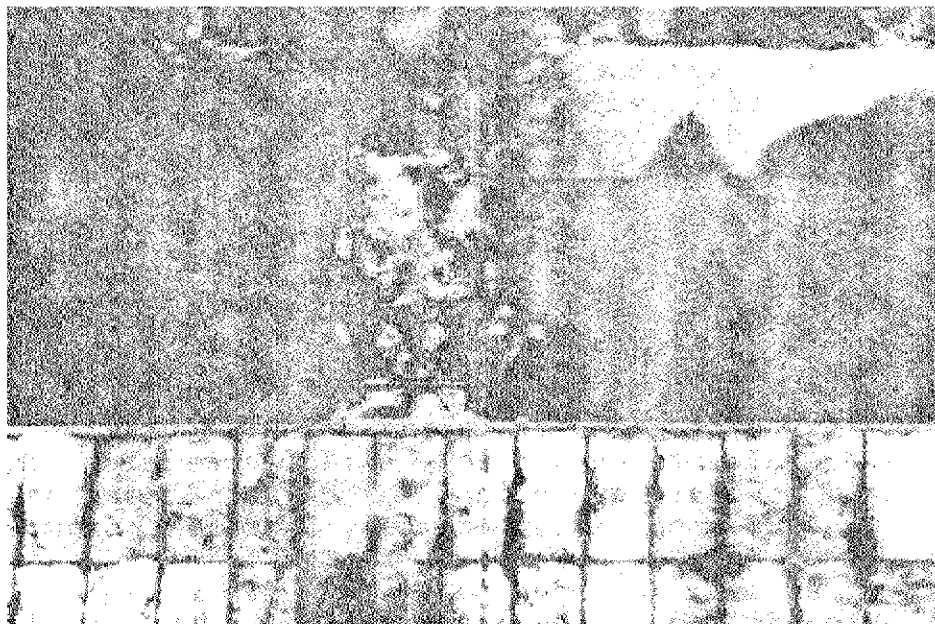


Fig.6 Falla en cortante por efecto de columna corta. Terremoto de México D.F. 1985.

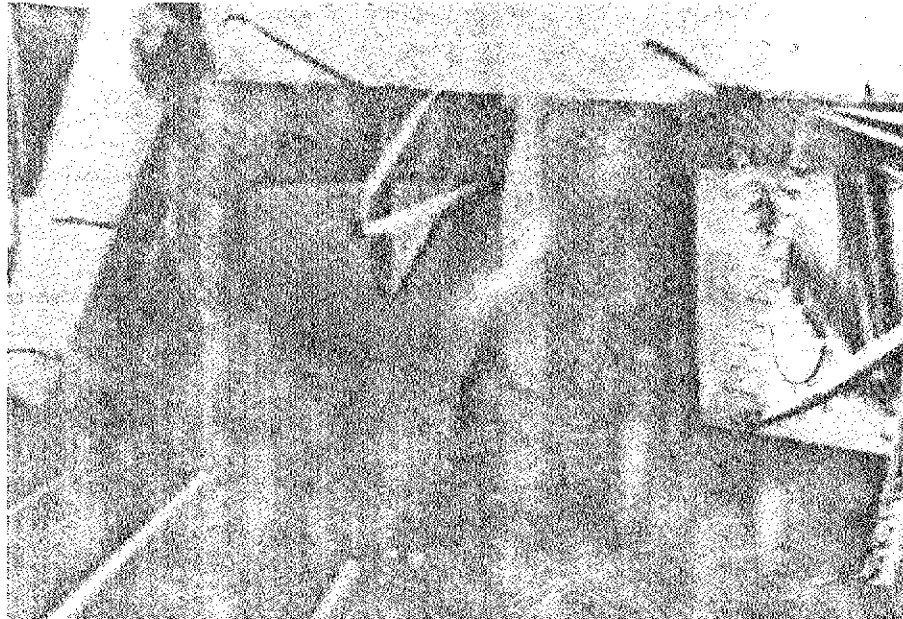


Fig.7 Falla en cortante por efecto de columna corta en el Hospital de Niños Benjamin Bloom, San Salvador; la consecuencia fué el colapso de dos secciones de 3 pisos-terremoto 1986

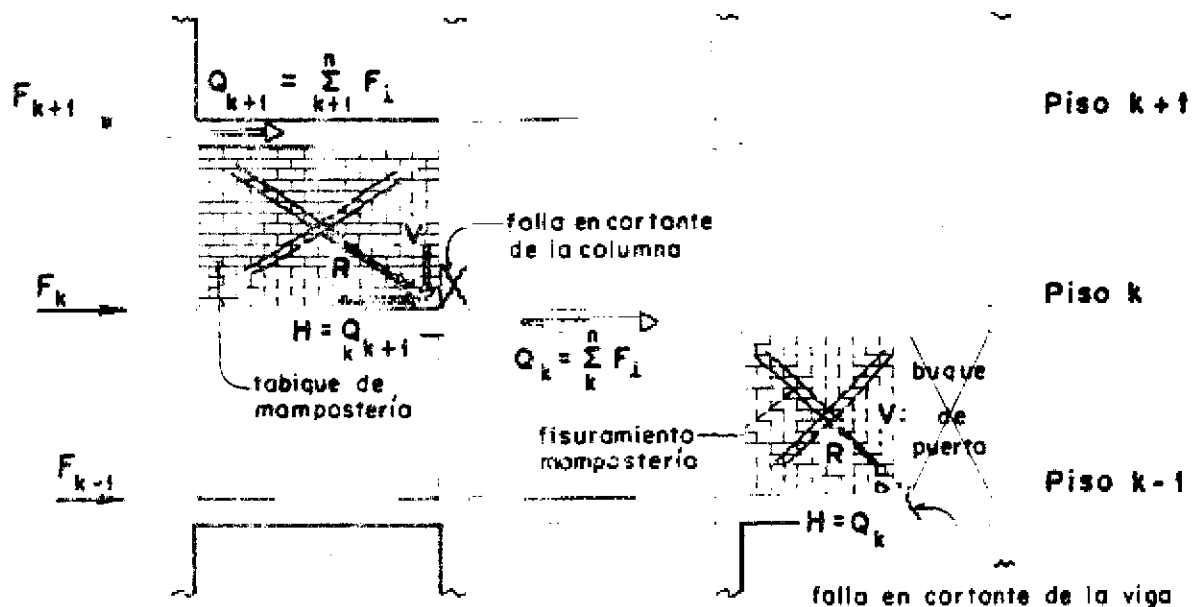


Fig.8 Falla en cortante de columnas y vigas debido a la interacción de los tabiques de mampostería. El cortante es transmitido al piso inferior como fuerza diagonal. La componente horizontal puede conducir a la falla de la columna, la componente vertical causar la falla de la viga.

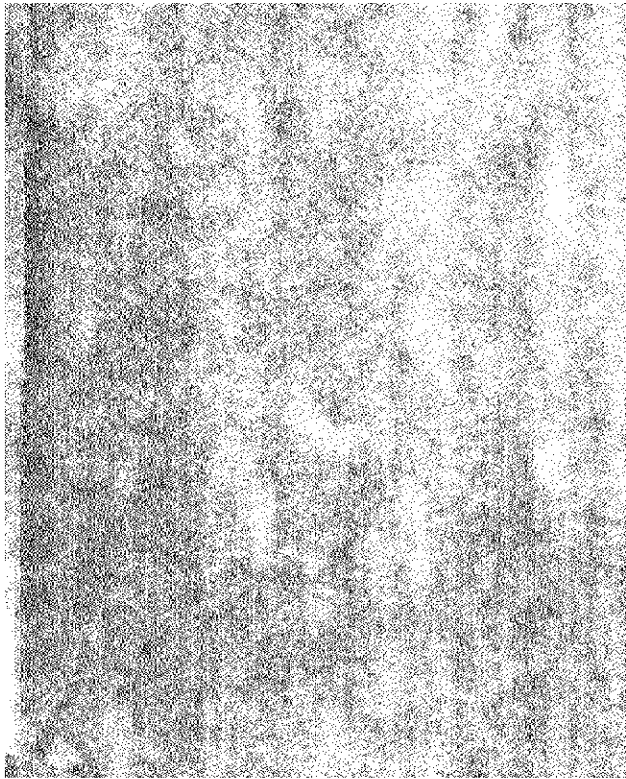


Fig.9 Falla en cortante de una columna debido a la interacción de tabiques de mampostería. La componente horizontal de la resultante diagonal causa la falla del elemento.

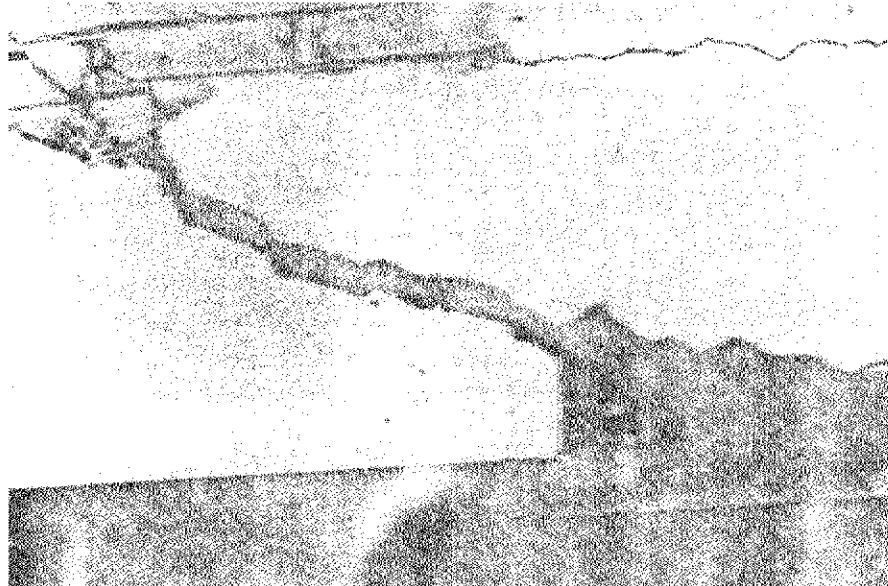


Fig.10 Falla en cortante de una viga debido a la interacción de paredes de mampostería - Terremoto Guatemala 1976.