>> CASOS TIPO 8 > CONSTRUCCIONES DAÑADAS CON REPARACIONES COSMÉTICAS

No es recomendable realizar reparaciones superficiales porque sólo esconden las partes vulnerables de las construcciones. Veamos algunos ejemplos:

>>Fig. 8.1 Pisco. Fachada reparada cosméticamente, tarrajeando las grietas. Falló el 15/08/2007. Foto tomada el 11/12/2008. En un futuro sismo, esas grietas volverán a abrirse y, eventualmente, los muros podrían volcarse por no tener columnas de confinamiento en la fachada.

>>Fig. 8.2 Cerco de un centro educativo en Pisco con reparación "cosmética". Esta fachada está considerada de alto riesgo por estar ubicada en una zona de circulación de estudiantes y público en general.

PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO

Considerando que no deben hacerse reparaciones "cosméticas", los procedimientos recomendados son los siguientes:

CASO I: Fachada reparada (Fig. 8.1)

1. Demoler las porciones de fachada que presenten fracturas y desplazamientos.
2. Identificar las ubicaciones estratégicas para colocar las columnas de confinamiento de concreto armado.
3. Colocar las armaduras de las columnas, soldadas con las armaduras de las vigas, abajo y arriba.
4. Levantar los muros removidos.
5. Llenar las columnas.

CASO II: Cerco reparado (Fig. 8.2)

1. Demoler todo el muro rajado, incluyendo la columna de la izquierda. Revisar el tipo de reforzamiento y el estado de la columna de la derecha. Si es necesario, demoler y reconstruir.
2. Construir el nuevo muro, dejando el endentado recomendado para insertar la(s) columna(s).
3. Las columnas serán de 0.20 m x 0.25 m (perpendiculares a la cara del muro con 4 ø ½" y estribos de ¼ @ 15 cm). La viga collar será de 0.15 m de altura y 0.25 m de ancho, con 4ø 3/8" y estribos de 1/4" @ 15 cm.
4. Llenar con concreto.

>> CASOS TIPO 9 > EDIFICACIONES DAÑADAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS TÉCNICOS DETALLADOS

En las principales ciudades del área afectada existen edificaciones de albañilería con techos rígidos, construidas hace varias décadas, las cuales, por su gran peso, por la aplicación de antiguas normas de concreto armado, hoy son consideradas obsoletas, por tener columnas de refuerzo inadecuadamente distribuidas y baja densidad de muros, constituyendo un alto riesgo para sus ocupantes, sobre todo si están ubicadas en sectores de alto peligro sísmico. Para reducir el costo de desarrollo del proyecto de reparación y reforzamiento, se recomienda emplear el método Chimbote 1970, incluido en este Manual, entre las paginas 13 a 20, que permite llegar al diagnóstico de las causas que provocaron las fallas.

De esta manera, se puede desarrollar el proyecto mencionado concentrando los refuerzos –muros de concreto reforzado– en unas pocas ubicaciones estratégicas, reduciéndose así los costos de reconstrucción.

Se sugiere contar con la participación de ingenieros estructurales locales con la debida experiencia.

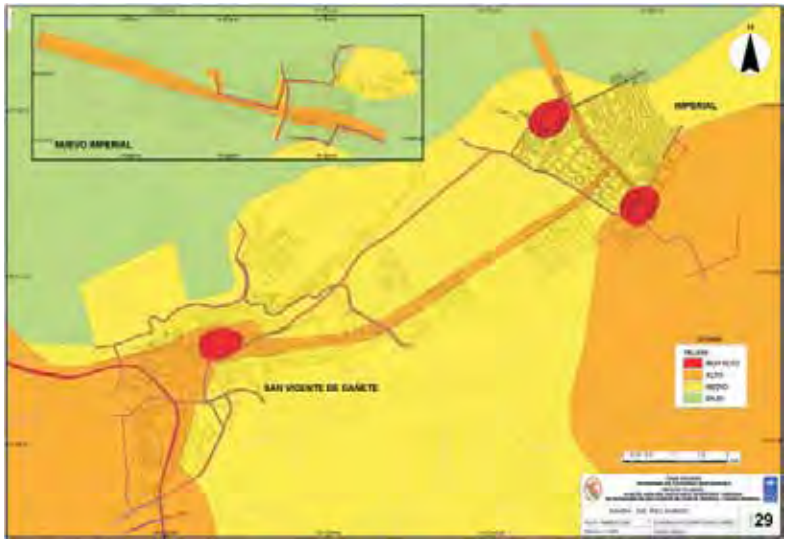
Como otro ejemplo ilustrativo, en la **Fig 9.1** se muestra un caso típico que requiere este tipo de intervención.

Existen también, en Pisco, otros casos de edificios importantes que fueron afectados por el sismo, como el Municipio Provincial, que constituye un símbolo para la ciudad, y que requiere estudios técnicos detallados para su rehabilitación.

>>Fig. 9.1 Caso típico. Tres viviendas vecinas que conforman un solo lote, en un bloque que fue construido hace 46 años. Casa ubicada en Pisco.

>>Fig. 9.2 Municipio Provincial de Pisco. Fue seriamente afectado por el terremoto del 15 de agosto de 2007.

>> CASOS TIPO 10 > EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA QUE NO SUFRIERON DAÑOS Y SUS ENSEÑANZAS



>>F-5.4 Mapa de Peligros de Cañete.

En la zona afectada por el sismo (ZAS) existen numerosas edificaciones de albañilería que no sufrieron daños, por ejemplo:

- En la zona residencial, aledaña al centro de Ica, que es moderna, y en las viviendas relativamente nuevas de La Tinguiña y Parcona casi no se produjeron daños en las construcciones de albañilería de ladrillos confinados. Ubicación en **F-5.1**.
  Algo similar ocurrió en Chincha Baja, donde el 95% de las viviendas de albañilería no sufrió daños o estos fueron leves, a pesar de las altas aceleraciones sísmicas que se produjeron durante el evento. Esta evidencia ratifica las bondades de la albañilería confinada, tanto para la reconstrucción en la ZAS, como para la edificación de nuevas viviendas en el Perú. Ubicación en **F-5.3**.
- El edificio de administración del Instituto Superior Pedagógico de San Vicente de Cañete está ubicado en un sector con peligro alto, pues está construido sobre suelo de grano fino y con la napa freática a sólo unos 0.50 m de la superficie del suelo. Sin embargo, no sufrió daño alguno. Razón: buen diseño sismorresistente, construcción cuidadosa y supervisión rigurosa (ver ubicación en **F-5.4**). **Fig. 10.1**.
- El hostal Evert, construido en el sector de peligro alto de Pisco, sobre un lote angosto, tampoco sufrió daños. Este es un edificio de dos pisos de albañilería confinada con techo rígido, con un sistema espacial de columnas y vigas de amarre que conforman un sistema estructural resistente y continuo. En la dirección perpendicular a la dirección angosta del terreno se han colocado muros que incrementan la densidad de muros en esa dirección, y la mayor dimensión de las columnas se orienta también en esa dirección. Ver foto en **Fig. 10.3** y **Fig. 10.4**, y plano en **Fig. 10.5**.
- Las construcciones con muros de albañilería confinada, con columnas y vigas de amarre de concreto armado y techos ligeros, no sufrieron daños, como se comprobó en los casos de los hoteles Villa de Valverde **(Fig. 10.6)** y El Carmelo, en Ica.
- El hotel Las Dunas, construido con albañilería confinada, con techos planos en algunos casos y techos abovedados con tejas y elementos de concreto armado en otros, tampoco sufrió daños. La inspección técnica del predio se efectuó dos semanas después del terremoto.
- Numerosos cercos con columnas de refuerzo y vigas de amarre de concreto armado, adecuadamente dimensionados, reforzados y construidos, no sufrieron daños. Se muestra, como ejemplo ilustrativo, el cerco construido sobre la base del modelo que viene siendo difundido desde el año 2002, mediante una publicación auspiciada por el PNUD y JICA.

>>Fig. 10.1 Zona residencial de Ica sin destrucción.

>>Fig. 10.4 Vista interior del hostal Evert.

>>Fig. 10.7 Hotel El Carmelo, Ica.

>>Fig. 10.2 Edificio de Administración del ISP de San Vicente.

>>Fig. 10.5 Planta del hostal Evert.

>>Fig. 10.8 Hotel Las Dunas, Ica.

>>Fig. 10.3 Hostal Evert, en Pisco. Vista lateral.

>>Fig. 10.6 Hotel Villa de Valverde.

>>Fig. 10.9 Muro construido según modelo.

>> CASOS TIPO 11 > OTROS TIPOS DE EDIFICACIONES QUE NO SUFRIERON DAÑOS

En general, las edificaciones de concreto armado, diseñadas con la Norma Sismorresistente (NSR) NTE 0.30/97, aprobada en 1997 o con la vigente NSR NTE 030/2003, no sufrieron daños durante el terremoto de Arequipa de 2001, ni en el sismo de la Región Ica de 2007. **Fig 10.1**. También resistieron aquellas construcciones que tenían una estructura adecuada para soportar sismos **Fig. 10.2**. Las viviendas de quincha, que abundan a lo largo de la cuenca media del río Cañete, así como otras construcciones con materiales livianos, tampoco sufrieron daños. La iglesia de La Compañía de Pisco viene siendo construida con columnas y vigas de bambú y caña chancada. Se prevé que tampoco sufrirá daños significativos durante otros sismos intensos que ocurran en el futuro en Pisco., **Fig. 11.3.**

>>Fig.11.1 Los centros educativos diseñados con las NSR NTE 0.30/97 o NTE 0.30/2003 no sufrieron daños.

>>Fig.11.2 Edificio de concreto armado con columnas en forma de T en la fachada y con gran resistencia al corte. No sufrió daños.

>>Fig. 11.3 Iglesia de La Compañía de Jesús, en Pisco, en proceso de construcción con bambú, material liviano, flexible y de gran resistencia sísmica.

>>6 Conclusiones y recomendaciones

1. La experiencia peruana y la internacional coinciden en señalar que la albañilería confinada es la solución más económica, segura y de fácil desarrollo para la construcción de viviendas de uno o dos pisos.
2. La experiencia peruana proviene, en principio, de los estudios detallados que se efectuaron tomando como base las 3500 viviendas afectadas por el terremoto del 31 de mayo de 1970; casos que han sido citados en el presente Manual.
3. Como resultado de las investigaciones de campo un nuevo parámetro ingresó con fuerza en la ingeniería civil. Este fue el tener en cuenta la presencia o falta de columnas de concreto armado como elementos determinantes para el refuerzo de los muros.
4. En el caso de muros con densidades menores de 10 cm/m^2, la presencia de columnas de refuerzo reduce en más de dos grados la intensidad de los daños. Para una densidad de 30 cm/m^2, el grado de daños se reduce en medio grado y la influencia del refuerzo de columnas disminuye. En cambio, en el caso de una densidad de muros de 40 cm/m^2, sin columnas, sólo se presentan fisuras en los muros.
5. En este sentido, las casas de albañilería confinada, con muros de 0.12 a 0.15 m de espesor, reforzadas con columnas y vigas de concreto armado, resultan seguras, más económicas y proporcionan un mayor espacio útil dentro de la vivienda.
6. En cambio, el uso de la viga collar no ha tenido la misma acogida. Quizá los constructores han asumido que su uso no es necesario si se utiliza techo ligero y flexible; por ejemplo, techos con vigas de bambú y caña chancada, cubiertos con torta de barro o teja. En el sur medio se pudo ubicar numerosas viviendas con este defecto de diseño.
7. Sin embargo, aquellos edificios desarrollados con participación profesional de ingenieros y arquitectos, que tenían techos ligeros y que estaban provistos de vigas collar adecuadamente conectadas entre sí y a las columnas de amarre, no sufrieron daños durante el sismo.

*Durante la 14a Conferencia Mundial de Ingeniería Sismorresistente, realizada en Beijing, 2008, y en diversas reuniones internacionales anteriores, los métodos de reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería desarrollados en el Perú, entre 1970 y 1974, han recibido pleno reconocimiento.

8. También fueron frecuentes los casos de fallas por flexión en viviendas a medio construir, que tenían columnas de amarre, pero a las que todavía no se les había colocado vigas de amarre.
9. Durante el sismo ocurrido en la Región Ica, se produjeron colapsos totales de los cercos, desde sus bases, sobre todo en aquellos casos en que carecían de columnas de amarre.
10. En sectores calificados como de peligro muy alto -por ejemplo, Tambo de Mora- los cercos con columnas de amarre de concreto armado colapsaron desde su base, siendo notorio el caso del volcamiento de los cercos de la cárcel de esta localidad, situación que facilitó la fuga de algunos internos.
11. Según la Norma Sismorresistente NTE 0.30/2003, se debe considerar el diseño de cercos de acuerdo con las características del suelo y la amplificación que puedan sufrir las ondas sísmicas.

Para concluir, las deficiencias, tanto en el diseño como en la construcción de viviendas de albañilería, pueden ser corregidas a través de la elaboración de manuales y procesos de capacitación a técnicos y maestros de obra, e informando a la comunidad que debe asesorarse técnicamente para la construcción y/o reparación de sus viviendas.

El Perú, debido a su ubicación, configuración geopolítica y clima, está expuesto permanentemente a los catastróficos efectos de los fenómenos naturales intensos de origen geológico y climático. Debemos estar, por ello, en alerta permanente.

Los desastres no sólo causan enorme padecimiento a las familias, sobretodo de menores recursos, sino que desgastan los ingresos de la sociedad en todos sus estratos. Una nación como la nuestra, que está en ardua lucha contra la pobreza, frena su desarrollo y agrava sus problemas cuando se merman los presupuestos gubernamentales por tener que desviarlos hacia la atención de las costosas tareas de reconstrucción de las zonas y poblaciones afectadas.

Los fenómenos naturales ya no deben convertirse en desastres en nuestro país. Estos eventos severos sólo devienen en desastres cuando nos encuentran desprevenidos. Es mejor prevenir que lamentar y la mejor prevención consiste en mitigar los riesgos. Por ello, no debemos ubicar nuestras viviendas y edificaciones esenciales en lugares calificados como peligrosos y es imperativo que construyamos con estricta sujeción a las normas de sismo-resistencia.

Este manual aspira a ser una contribución al desarrollo de una Cultura de Prevención de Desastres en nuestra patria. Difundámoslo.

Impreso en setiembre del año 2009
en los talleres de GMC Digital S.A.C.
Telfs.: 242 9683 / 242 4239 - Miraflores, Lima