

Informe sobre ROTURAS EN VIVIENDA PRÓXIMA AL by-pass DE PANDO
Montevideo, Uruguay
2020

Observatorio Geofísico del Uruguay
Leda Sánchez Bettucci
Enrique Latorres
Judith Loureiro
Hernán Castro
Anahí Curbelo
Martín Rodríguez
Damián Dell 'Acqua

En este informe se describen elementos dañados en una vivienda construida en el marco del PROYECTO: NUEVAS TECNOLOGIAS APLICADAS POR EL M.V.O.T.M.A. A LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (sistema español B.S.C.P. (basado en tecnología Cerch), que comprende al cerramiento exterior, tabiques interiores y cubierta).

Introducción

En Uruguay no se emplea el concepto de “PBSD” Perform Based Seismic Design, que establece múltiples límites de desempeño (daños) y que están en función de la intensidad del movimiento y que no deberán ser excedidos otorgando una seguridad razonable.

Según [Bonnet \(2003\)](#) define la vulnerabilidad sísmica de una estructura como la predisposición específica a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está vinculada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. La vulnerabilidad de las estructuras se suele mostrar a través de patologías de las edificaciones ocasionando numerosos efectos, desde pequeños daños hasta grandes deformaciones que pueden repercutir en el colapso de la estructura o al menos en una parte de ella. Es por ello que es importante el reconocimiento y caracterización de las **patologías estructurales**. Estas corresponden al comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas, buscando detectar sus causas y proponer acciones correctivas o bien su demolición ([Cortes Henao y Perilla Morales 2017](#)).

Las fisuras en el concreto se atribuyen a múltiples causas y estas pueden afectar solo la apariencia de la edificación, pero también pueden ser indicadoras de fallas estructurales de importancia. Las fisuras solo pueden repararse correctamente si se conocen sus causas de origen y si los procedimientos de reparación seleccionados son adecuados para dichas causas; en caso contrario, las reparaciones duraran poco tiempo ([Halvorsen y Poston, \(1993\)](#); [Toirac Corral \(2004\)](#); [Cortes Henao y Perilla Morales 2017](#); entre otros).

En relación al tamaño (espesor o tamaño de abertura) de las fallas (**fisuras**: discontinuidad en elemento de revestimiento) nos referimos a microfisuras: con espesores menores a 0.05 mm y en general, carecen de importancia estructural; fisuras que suelen presentar espesores entre 0.05 mm y 0.20 mm y pueden llegar a ser muy dañinas para la edificación y macrofisuras que son aquellas que presentan espesores mayores a 0.20 mm, muy peligrosas para la integridad de las estructuras. Por otro lado, definimos a las **grietas** como la discontinuidad en elemento constructivo.

Las vibraciones generadas por los movimientos de las personas son de suma importancia en el cálculo de estructuras. Las cargas o esfuerzos mecánicos a los que se ve sometido cualquier

material utilizado en la ejecución de un muro, un tabique u otro elemento constructivo, que son la causa de la posible aparición de agrietamientos y fisuraciones, son las cargas previas, las cargas verticales, horizontales y las debidas a dilataciones y contracciones. En general dentro de las cargas horizontales son consideradas en nuestro sistema constructivo los vientos, choques, empujes de tierras mientras que los sismos (naturales o artificiales) y las explosiones, no son consideradas, ni local ni regionalmente.

La forma en que las vibraciones pueden afectar a una edificación depende de las características de estas vibraciones (amplitud y frecuencia) y de las características de la edificación (densidad de los materiales, forma y tipo de construcción (Calcedo 2014; Fajardo-Segarra et al., 2018; entre otros).

Las vibraciones por causas naturales como los sismos y los terremotos, son las más destructivas. Las vibraciones que produce el tráfico suelen ser en general de baja intensidad, aunque las irregularidades de las calles por donde se circula influyen de manera decisiva en la acción que pueden tener las vibraciones en la alteración de las construcciones. En las últimas décadas se han incrementado sustancialmente los estudios de los efectos de las vibraciones debidas al tráfico vehicular por el incremento del registro de los daños que produce. Esto se ha evidenciado en las construcciones o estructuras pequeñas, edificios rígidos -de poca altura- cimentados sobre suelos blandos y próximos a caminos o rutas con tráfico pesado (Fajardo-Segarra et al., 2018).

Si las frecuencias de vibración de las edificaciones coinciden con la frecuencia de vibración del tráfico –que en general son similares–, se provocará el fenómeno conocido como **resonancia** (cada vez que el objeto oscila, la vibración original le origina un nuevo impulso, y esto facilitará la amplificación de la amplitud de la vibración original). En función de la naturaleza de los materiales puede amortiguarse o aumentar las vibraciones.

Las vibraciones pueden generar daños severos en muros de fachada, ya sean estructurales o de cerramiento, y en tabiques internos.

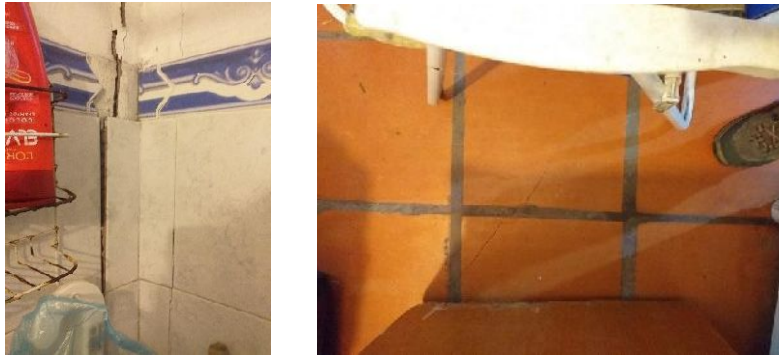
El objetivo del presente informe consistió en, a partir de un registro fotográfico y documentación aportado por la Arq. Antonella Muniz, realizar un análisis de las mismas para identificar y calificar las lesiones tales como fisuras y grietas, que puedan afectar a la seguridad y funcionalidad de la vivienda, así como intentar dilucidar el origen de dichos problemas. Se trata de una vivienda en cuya estructura se utilizaron placas de hormigón armado.



En estas imágenes se observan rompimientos de las conexiones cubierta–estructura, separación de paneles y grietas verticales producidas por deformaciones transversales. En la imagen del centro se observa una importante grieta vertical con aparente dirección de propagación hacia el piso.



Aparenta ser daño en una columna. grieta longitudinal de algunos centímetros de espesor en la parte superior, reduciendo su espesor hacia abajo. Comienza a pocos centímetros de la losa de techo donde la grieta es más ancha y profunda. La grieta tiene aspecto de ser una grieta activa y para anularla habría que eliminar el motivo que la produjo y además ejecutar trabajos especiales para "soldarla".



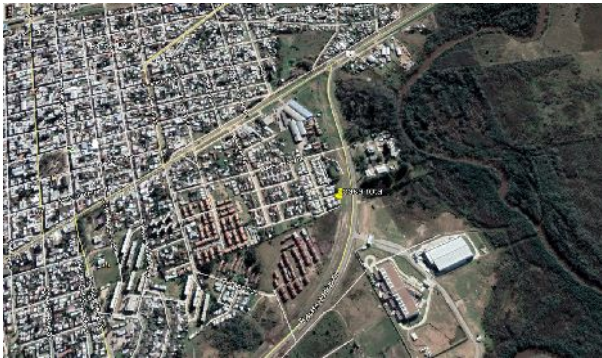
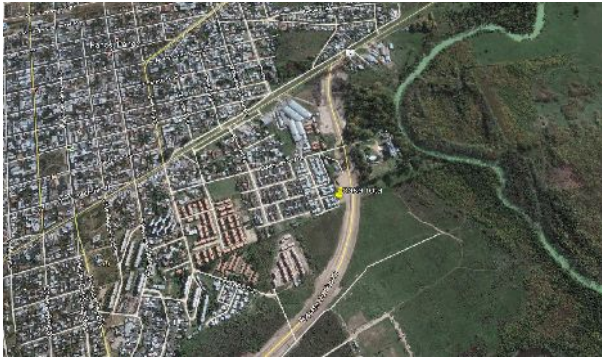
Baño con grietas verticales y piso con fisuras en cerámica.

En suma,

Las grietas son motivadas, seguramente, **por un movimiento del suelo (vibraciones)** que junto con una mala cimentación produjo el conjunto de daños. Sumado a esto es posible que los movimientos del suelo hayan generado desplazamientos que afectan los cimientos y dado que las roturas se producen como una respuesta al agotamiento de la capacidad de deformación, al seguir sometido a vibraciones, continúan las roturas debido a la rigidez del material involucrado.

De las imágenes del proceso constructivo se observa que dicha construcción fue realizada sobre sedimentos de grano fino en donde predominan los limos y las arcillas. Este sustrato junto a las vibraciones pudo haber sufrido, por una mala compactación, asentamientos diferenciales que pueden evidenciarse en las numerosas grietas y fisuras, junto con una cimentación inadecuada, insuficiente o mal arriostrada. Las grietas verticales sugieren además movimiento en las cimentaciones probablemente debido a cambios en las propiedades del suelo.

Los problemas de la vivienda son el resultado de una sumatoria de problemas constructivos, geotécnicos y de cambio del nivel de ruido sísmico (antrópico) por el desarrollo del “by-pass” de Pando. Es bien conocido que los vehículos producen, a través de vibraciones, efectos negativos en las viviendas aledañas. Esto genera reacomodo del suelo afectando las estructuras con cimentaciones superficiales. Los daños se consideran severos a muy severos con el desarrollo de grietas de tensión normal vertical.



Bibliografía citada y consultada

- Alemán, F., Armijos, J., & Ordeñana, X. (2016). Análisis y evolución de los costos de los principales insumos del sector de la construcción en el Ecuador en el período 2004–2011. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Retrieved 28 February 2016, from http://www.espae.espol.edu.ec/images/documentos/publicaciones/reportes_investigacion/costos_construccion.pdf
- Barros, L., & Imhoff, F. (2010). Resistencia sísmica del suelocemento post tensado en construcciones de baja complejidad geométrica. *Revista de la Construcción*, 9(2), 26-38. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-915x2010000200004>
- Bonett Díaz, R. L. (2003). Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Caicedo, M. D. (2014). Períodos de vibración de las edificaciones. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 8(2), 1.
- Calero, C. (2016). 12 muertos y un millón de evacuados tras un terremoto de magnitud 8,4 en Chile. *El Mundo*. Retrieved 18 February 2016, from <http://www.elmundo.es/internacional/2015/09/17/55f9fd74268e3edc718b45c4.html>
- Cardona, O. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Barcelona. 2001. 322 p. LA RED. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior D'Enginyers de Camins, Canals I Ports.
- Cooperativa.cl. (2016). Aprenda a utilizar la escala Mercalli y Richter de sismos. Retrieved 22 February 2016, from <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/sismos/aprenda-a-utilizarla-escala-mercalli-y-richter-de-sismos/2010-03-03/173638.html>
- Cortes Henao, B., & Perilla Morales, K. (2017). Identificación de patologías estructurales en edificaciones indispensables del municipio de Santa Rosa de Cabal (sector educativo) (Doctoral dissertation, Universidad Libre Seccional Pereira).
- Fajardo-Segarra, A. F., Farah, M. A. A., & Oliva-Álvarez, R. (2018). Evaluación de las vibraciones producidas por el transporte automotor en la plaza de marte, Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 1(4), 95-105.

- Halvorsen, G. T., & Poston, R. W. (1993). Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón. Informado por el Comité ACI, 224, 01-24.
- Moreno, R., Bonett, R., Barbat, A., y Pujades, L. (2003). Capacity and fragility of the Barcelona's residential buildings. Report by CIMNE workin group. Preliminar Report by RISK-UE project. WP4 Vulnerability assessment of current buildings.
- Naaman, A. E and Hammoud, H. (1992). Ferrocement prefabricated housing: the next generation, Journal of Ferrocement, V. 22, N. 1, 37.
- Naaman, A. E. (2000). Ferrocement and laminated cementitious composites, Michigan, Ed. Techno Press 3000.
- Naaman, A. E., and Hammoud, H. (1994). Ferrocement prefabricated housing: the next generation, Journal of ferrocement, vol. 22, No. 1, pp. 35-47.
- PARK, Y. J., ANG, A. H-S., and WEN, Y.K. *Seismic Damage Analysis and Damage-Limiting Design of R/C Buildings*. Civil Engineering Studies. Report SRS 516. *University of Illinois, Urbana*. 1987.
- Safina Melone, S. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Salazar, J. E., & Vélez, I. C. (2003). ÍNDICE DE RIESGO SÍSMICO URBANO. *Scientia et technica*, 1(21), 163-168.
- Toirac Corral, J. (2004). Patología de la construcción: grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. *Ciencia y sociedad*.