

Readecuación estructural: Criterios normativos y técnicos

M.Sc. Rosalín Méndez-Serrano

Ingeniera Civil

rosalin.mendez@utp.ac.pa

Laboratorio de Estructura (LABEST)

Palabras clave — REP 2021, diseño basado en desempeño, estructura existente, readecuación estructural, reforzamiento estructural

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la readecuación de estructuras es mejorar su desempeño, seguridad y sostenibilidad. Esto implica, entre otras acciones, adecuarlas a los estándares vigentes, optimizar su eficiencia energética (Ma, Cooper, Daly, & Ledo, 2012; Scuderi, 2019) y aumentar su resiliencia ante amenazas del entorno (Macchi, Calvi, & Sullivan, 2018; Kamalakannan, et al., 2021). La decisión de readecuar depende de diversos factores que incluyen la viabilidad técnica y financiera, impacto ambiental, y particularidades de cada caso.

Este documento describe uno de los trabajos de asesoría especializada de mayor demanda en el Centro Experimental de Ingeniería (CEI). A lo largo del texto, se detallan los aspectos normativos y técnicos fundamentales para la correcta identificación de deficiencias estructurales, así como los criterios para determinar la necesidad de una readecuación sísmica.

II. CONSIDERACIONES EN LAS NORMATIVAS

El capítulo 15 del REP-2021 (REP-2021, 2022) establece que cualquier modificación o adición a una estructura existente que implique cambios de uso, en cuanto al aumento de cargas o cambios en la categoría de ocupación (ASCE/SEI 7, 2005) requiere una evaluación estructural y reforzamiento, si es necesario. Dichos estudios deben cumplir con las disposiciones y requisitos de resistencia del REP-2021 y los códigos de diseño que este adopta; basándose en data de campo sobre las condiciones actuales de la estructura.

El FEMAP-749 refuerza el criterio del REP, señalando que no es viable aplicar retroactivamente los códigos de construcción a todas las edificaciones existentes con cada actualización normativa. Las estructuras deben mantenerse conforme a los requisitos de diseño originales, excepto

en caso de modificaciones sustanciales, como cambios de uso que aumenten el riesgo público, daños significativos, o cuando la estructura se clasifique como excesivamente peligrosa según la normativa. Los códigos suelen especificar criterios para evaluar la necesidad de adecuaciones en edificaciones existentes, priorizando las intervenciones que mitigan riesgos significativos y preservan la integridad estructural (FEMA P-749, 2022).

La nueva versión del REP incorpora la metodología de diseño basado en desempeño como alternativa para el diseño sísmico de nuevas estructuras; la cual requiere definir objetivos de desempeño para establecer niveles de daño aceptables según el riesgo sísmico. En el caso de estructuras existentes, el ASCE 41-23 proporciona un marco normativo que consta de tres procedimientos para evaluar su desempeño sísmico y readecuarlas. Cada uno de estos procedimientos tiene diferentes objetivos y grados de detalle, y su selección depende del perfil de riesgo y los objetivos de la evaluación. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los procedimientos permitidos por el ASCE 41-23:

A. Tier 1: Inspección inicial

Evaluación rápida y cualitativa orientado a estructuras no críticas. Su objetivo es identificar vulnerabilidades evidentes, del sistema lateral resistente y sistemas no estructurales, que podrían requerir una evaluación más detallada o atención inmediata.

B. Tier 2: Evaluación y reforzamiento basados en deficiencias

Evaluación cuantitativa exhaustiva de las deficiencias identificadas en el Tier 1 y enfocada en edificios de riesgo moderado. Incluye un análisis simplificado y verificaciones más detalladas de los criterios de desempeño sísmico, sin requerir un modelo del edificio completo.

Evaluación integral y detallada para edificios críticos o de alto riesgo. Su objetivo es proveer una guía detallada para el reforzamiento sísmico si se identifican deficiencias.

III. CRITERIOS TÉCNICOS

La readecuación sísmica de estructuras existentes implica una serie de desafíos logísticos y operativos, especialmente en el caso de edificios ocupados. El proceso suele requerir el desalojo temporal de los ocupantes, lo que puede generar interrupciones en las actividades y la necesidad de implementar medidas de seguridad adicionales.

La selección de la tecnología de refuerzo óptima requiere un enfoque integral que evalúe no solo la eficiencia estructural, sino también la sostenibilidad ambiental y social de la intervención. Un análisis del ciclo de vida permite comparar las diferentes alternativas de refuerzo en términos de consumo de materiales, generación de residuos, emisión de gases de invernadero y otros impactos ambientales. En este contexto, la demolición y reconstrucción, a pesar de ser una opción viable en algunos casos, suele ser económicamente poco factible y presentar una huella ambiental significativa debido a la demanda de nuevos materiales, elevado consumo de energía, la generación de contaminación y grandes cantidades de residuos de construcción y demolición (Pittau, Giacomel, Iannaccone, & Malighetti, 2020; Power, 2008; Alba-Rodríguez, Martínez-Rocamora, González-Vallejo, Ferreira-Sánchez, & Marrero, 2017).



Figura 1. Edificio en proceso de readecuación estructural.

IV. CONCLUSIONES

En el CEI, nuestro objetivo es brindar una asesoría especializada en la readecuación de estructuras existentes, orientada a mejorar tanto su seguridad como la calidad de vida de nuestra sociedad. Para lograrlo partimos de la premisa de que cualquier intervención debe sustentarse en datos precisos sobre el estado real de la edificación, lo cual implica definir su naturaleza de exposición y desempeño, además de examinar exhaustivamente sus propiedades actuales. A partir de esta evaluación, es posible identificar las deficiencias existentes y establecer, con criterio técnico, las prioridades de intervención o la necesidad de realizar investigaciones más detalladas.

V. REFERENCIAS

- Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115-126.
- ASCE/SEI 41. (2014). *Seismic evaluation and retrofit of existing buildings*. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- ASCE/SEI 7. (2005). *Minimum Design Loads for Buildings and other structures*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- Cuozzo, M. J. (26 de mayo de 2019). Demolition of Martin Tower, former headquarters of Bethlehem Steel, on May 19, 2019. Bethlehem, Pennsylvania, Los Estados Unidos de América.
- FEMA P-749. (2022). *Earthquake-Resistant design concepts*. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency.
- IEBC 2021. (2022). *2021 International Existing Building Code (IEBC)*. International Code Council, Inc.
- Kamalakkannan, S. M., Murali, S. A., Malik, M. A., Saravanan, N. A., Kumar B., V., Vijayaragavan, R., & Umarani, C. (2021). Retrofitting of an existing structure design and techniques. *International Conference on Advances in Civil Engineering (ICACE 2021)*. 1197. Guntur, India: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and Buildings*, 55, 889-902.
- Macchi, G., Calvi, G. M., & Sullivan, T. J. (2018). Structural Strengthening and Retrofit; Motivations, Concepts and Approaches. En A. Costa, A. Arède, & H. Varum (Eds.), *Strengthening and Retrofitting of Existing Structures* (Vol. 9, págs. 1-24). Springer.
- Pittau, F., Giacomel, D., Iannaccone, G., & Malighetti, L. (2020). Environmental consequences of refurbishment vs. demolition and reconstruction: a comparative life cycle assessment of an Italian case study. *Journal of Green Building*, 15(4), 155-172.
- Power, A. M. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Energy Policy*, 36, 4487-4501.
- REP-2021. (2022). *Reglamento para el diseño estructural de la República de Panamá (REP-2021)*. Panamá: Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.
- Scuderi, G. (2019). Retrofit of Residential Buildings in Europe. *Designs*, 3(1), 15.