

Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería 2023

Título de Tesis: Monitoreo, modelado basado en BIM y evaluación de la degradación de edificios industriales

Tesista: Ing. Paula Barboza.

Director: Dr. Ing. Guillermo Etse y Dr. Ing. Enzo Martinelli.

Resumen

Un edificio industrial es un edificio o estructura al servicio de las actividades de producción humana. Los edificios industriales tradicionales se refieren a varios tipos de edificios de fábricas, en este proyecto se inició a estudiar la torre de precalentamiento de la planta de cementos YURA, la cual fue construida en los años 70 en Perú.

La inspección realizada por un grupo de Ingenieros especializados en la planta YURA reveló la existencia de grietas en la estructura de hormigón armado de la torre de 8 niveles y 48 metros de altura. Se considero que el agrietamiento era importante, sobre todo porque la estructura soporta equipos críticos del proceso de fabricación. A partir de una evaluación estructural exhaustiva se indicó una degradación importante en las zonas de las losas.

Teniendo en cuenta esta problemática se obtuvieron las frecuencias verticales de cada losa, a partir de los ensayos in situ en los que se ejerció una perturbación dinámica en cada plataforma para los fines de obtener estas propiedades dinámicas representativas del estado de integridad estructural de cada una de ellas, en la situación presente.

Actualmente, se está desarrollando la metodología Building Information Modeling, para su aplicación en este tipo de estructuras. BIM proporciona una plataforma para compartir datos e información en la industria de la construcción, y su mayor ventaja radica en facilitar la comunicación y transmisión de la información gestionada de forma colaborativa (Cui Bing, 2021). Con el uso de esta metodología y a través de diversas plataformas se pretende identificar las fisuras y localizarlas espacialmente en la modelo 3D para reconocer los elementos estructurales dañados.

Además, a través de tecnologías de relevamiento laser, se pretende transmitir estos datos en modelos 3D interoperables, con la cual será posible realizar el modelo BIM en REVIT. A partir del mismo será posible crear mallas más detalladas para el análisis de los elementos estructurales dañados con el método de elementos finitos en SAP2000. La idea es de estructurar modelos digitales semánticos, que permitan procesar y correlacionar datos de distinta naturaleza.

Por último, se modela linealmente la torre de precalentamiento, con el fin de detectar el nivel de daño mecánico actual, en base a los resultados de vibraciones en cada losa y la creación de mallas con la metodología BIM, para la aplicación del método de elementos finitos. Se realizó el análisis matemático a través del método de elementos finitos con el programa SAP2000, en el mismo se realizaron varios modelos teniendo en cuenta las distintas masas y

rigideces de la estructura con el objetivo de calibrarla para poder compararla con los resultados reales de las mediciones realizadas en campo.

También se realizó un análisis de sensibilidad con las altas temperaturas a las que está sometida este tipo estructuras durante el proceso de precalentamiento del Clinker, las cuales van desde los 100°C hasta los 300°C.

Otro análisis que se realizó es la simulación del daño a través de un análisis elástico para ver como cambia la frecuencia de las losas con la disminución de la rigidez en las líneas de daño y también, se agregó la influencia de las altas temperaturas.

Por último, una vez realizados los modelos de la torre completa con distintos elementos de columna y vigas (Frame y Shell), se decidió realizar un análisis de cada piso, en donde se calibro el módulo de Young, comparando las frecuencias de cada losa en dirección vertical con las frecuencias actuales medidas en campo. A partir de estos modelos es posible observar la reducción del módulo de Young a causa de la degradación de las estructuras debido a las condiciones extremas a las que está sometida durante su vida útil.

En conclusión, este análisis comparativo permite inferir el nivel de daño o degradación mecánica de la estructura de cada nivel de la Torre. Este es un resultado de suma importancia pues indica el nivel de degradación o pérdida de integridad global de la misma.

Actualmente, los modelos matemáticos se siguen calibrando, con el fin de obtener una mejor semejanza a las condiciones reales. Se necesita continuar con los análisis para tener una mejor comprensión del complejo comportamiento de estos edificios, para su seguridad estructural.

Bibliografía

Kolf, P. R., & Oesterle, R. G. (2005). Evaluation and Structural Retrofitting of a Cement Plant Preheater Tower. In Structures Congress (2005): Metropolis and Beyond (pp. 1-11)

SAKE JAGADISH BABU, Dr. B. RAMESH BABU, G. RAGHU YADAV, M.Tech (2016), Design of Preheater Building, International Journal of Research, Dept of CIVIL Engineering, ALITS College, Affiliated to JNTUA, AP, India DOI: <https://edupediapublications.org/journals>.

B. Vamsi Krishna¹, P. Sudheer Kumar, Kurma Chandana, Shyamala Bhoomesh, P. Venu Gopal. Comparative Analysis & Design of RCC & Steel Preheater Tower Structure by Using STAAD. Pro. (2023). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. doi:10.1088/1755-1315/1130/1/012025

Bing Cui, Yue Yin, Shun Li., (2021), Application of BIM Technology in the Construction of Pre-Heater Tower in Cement Plant. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture, 13(4): 46-52. doi: 10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2021.04.07.

Kenan Y. Sanliturk¹ and H. Temel Belek, (2001), DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A 2-DIMENSIONAL VIBRATION ABSORBER ON A PRE-HEATER TOWER AT A CEMENT FACTORY, Istanbul Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Center of Acoustics and Vibration Research 80191 Gumussuyu, Istanbul, Turkey. kys@mkn.itu.edu.tr and 2belek@itu.edu.tr

Alan Alonso-Rivers¹ and Rolando Salgado-Estrada, (2020), Dynamic Simulation of Cracked Buildings for Damage Detection, Structural Durability & Health Monitoring, DOI:10.32604/sdhm.2020.010743.

Caggiano, A., Etse. G., Martinelli, E., (2011), Interface model for fracture behavior of Fiber-Reinforced Cementitious Composites (FRCCs): theoretical formulation and applications, European J. of Environmental and Civil Eng., 15 (9), pp. 1339-1359.

Min-Koo Kim, Jack C.P. Cheng, Hoon Sohn, Chih-Chen Chang, (2015), A framework for dimensional and surface quality assessment of precast concrete elements using BIM and 3D laser scanning, Automation in Construction 49 (2015) 225–238.

SUN, C., JIANG, S., SKIBNIEWSKI, M. J., MAN, Q., & SHEN, L. (2015). A LITERATURE REVIEW OF THE FACTORS LIMITING THE APPLICATION OF BIM IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY. Technological and Economic Development of Economy, 23(5), 764-779.