

RESUMEN

El análisis estructural computacional contemporáneo depende mayoritariamente de software comercial de código cerrado, lo cual limita la capacidad de los ingenieros para auditar los procesos de cálculo y dificulta la enseñanza profunda de los fundamentos matriciales. El presente trabajo de investigación aborda esta problemática mediante el desarrollo de VORTEX 3D, una herramienta de software de código abierto escrita en lenguaje Python, diseñada para el análisis estático-lineal de estructuras aporticadas tridimensionales.

El objetivo principal fue implementar y validar el Método Matricial de Rigidez Directa, integrando algoritmos para el ensamblaje de la matriz de rigidez global, la transformación de coordenadas espaciales y la distribución automática de cargas superficiales de losas unidireccionales y bidireccionales mediante la teoría de líneas de fluencia. La metodología adoptó un enfoque de desarrollo modular orientado a objetos, utilizando la librería NumPy para la optimización del cálculo numérico.

La validación del software se realizó a través de un protocolo escalonado en tres niveles: validación analítica de mecánica fundamental comparada con Ftool, validación espacial y de distribución de cargas contrastada con CYPE 3D, y una validación integral mediante la simulación de un edificio de hormigón armado de seis niveles ("Edificio Concordia") comparado con CYPECAD. Los resultados demostraron una correlación exacta en modelos teóricos y desviaciones controladas en modelos complejos (menores al 20% en momentos flectores y 6% en cargas axiales), las cuales se justifican por las distintas hipótesis de modelado (rigidez de nudos y redistribución de esfuerzos). Se concluye que VORTEX 3D es una herramienta fiable y transparente, idónea para la verificación estructural y la docencia en ingeniería civil.

El presente documento se estructura de la siguiente manera:

El Capítulo II presenta la Revisión Bibliográfica, detallando los fundamentos teóricos del Método Directo de la Rigidez aplicado a estructuras tridimensionales.

El Capítulo III describe los Materiales y Métodos, explicando la metodología de desarrollo de software, la arquitectura de VORTEX 3D y las herramientas tecnológicas empleadas.

El Capítulo IV expone los Resultados y la Discusión, donde se presentan casos de estudio, se valida el software mediante la comparación con resultados de software comercial y se analizan los hallazgos.

Finalmente, en el Capítulo V, se resumen las contribuciones del trabajo y se proponen líneas de investigación futura.