

de interés

**El peso de
la construcción**

Juan Manuel Macías Roselló

Arquitecto Técnico

¿Somos conscientes de los que pesan los edificios que construimos?, esa fue la pregunta que en la década de los 70 del s. XX le hizo el diseñador estadounidense Buckminster Fuller a Norman Foster durante su visita al Sainsbury Centre for Visual Arts, en la universidad de East Anglia, Reino Unido.

Este tipo de cuestiones, que aparentemente pueden resultar baladí, llevan aparejadas una serie de profundas reflexiones sobre las decisiones tomadas en la concepción y fases de construcción de las edificaciones, así como su impacto global en el medio ambiente. El conocimiento del balance de masas que varía en cada fase de construcción es revelador en la optimización del proceso constructivo a lo largo de la historia, en estas líneas trataremos de indagar en ello.

La pedagogía aplicada en las escuelas técnicas, así como los métodos de cálculos aplicados desde inicios del s. XIX hasta las normas actuales como el CTE, nos ha enseñado a desarrollar un lenguaje técnico y elección crítica de las acciones a las que son sometidos los edificios. Éstas se ordenan en términos segregados para su análisis en sobrecargas de uso, pesos propios de la es-

tructura, cargas muertas, accidentales, etc. Esta clasificación se hace necesaria en los métodos de cálculo junto con una correcta combinación de acciones con objeto de garantizar un nivel de seguridad adecuado en la estabilidad y resistencia de las estructuras.

En cambio, rara o ninguna vez puede observarse en las memorias, anejos de cálculo o mediciones de los proyectos de edificación la cifra total del material retirado y/o colocado sobre un solar previo a su ejecución. Este tipo de estudios de masas tienen lugar casi en exclusiva en construcciones en las que se trata de dar respuesta a problemas geotécnicos. En estos casos, se trata a los edificios como meras acciones sobre el propio terreno, el verdadero protagonista del problema.

Aunque el peso no es la única característica que puede ser representativa de la eficiencia de una obra, la relevancia del transporte de materiales en el presupuesto total de un proyecto lo vuelve un factor determinante. Por este motivo, el recorrido histórico de la construcción puede leerse en clave de masa.

La gran pirámide de Guiza, mandada a cons-



| | Fecha de construcción | Masa (t) | Altura (m) | Ratio masa/altura |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|-------------------|
| Gran pirámide de Guiza | 2.600 a. c. | 6.500.000 | 138,8 | 49.829,97 |
| La Giralda | s. XII d. c. | 17.400 | 95 | 210,52 |
| Aguja de la Catedral de Salisbury | s. XIII d. c. | 6.500 | 123 | 52,84 |
| Torre Eiffel | s. XIX d. c. | 10.100 | 300 | 33,66 |
| Burj Khalifa | s. XXI d. c. | 500.000 | 828 | 603,86 |

Fuente: Autor

truir por el faraón Keops, es un claro ejemplo de búsqueda de altura y estabilidad máxima a costa de una cantidad de piedra inédita en la historia para un edificio. Estudios recientes afirman que las pirámides no fueron construidas por esclavos, sino por trabajadores cuyo número era variable en función de las temporadas de cosecha dictadas por las crecidas del Nilo. Es sobrecogedor imaginar la fortuna que pudo costar, en salarios, el acarreo de la friolera de 6,500.000 t en sillares de piedra caliza.

Tuvieron que transcurrir cerca de 3.800 años para que la humanidad superase la altura de la gran pirámide. En uno de los mejores ejemplos de gótico inglés vemos cómo en la aguja de la catedral de Salisbury el **ratio masa/altura** se reduce de manera notable gracias a un nuevo dominio de la técnica constructiva. El conocimiento del comportamiento de **arcos y bóvedas góticas** permitió alcanzar grandes alturas y luces con estructuras mucho más ligeras.

En el siglo XIX, con la Torre Eiffel, el acero se consolidó como el material del futuro: 10.100 toneladas para 300 metros de altura. Frente al peso masivo de la piedra, el hierro pudelado ofrecía una resistencia muy superior por kilogramo, inaugurando una nueva era de estructuras esbeltas y ligeras. Es a partir de este punto cuando la carrera por construir el edificio más alto edificó una larga lista de torres y rascacielos realizados principalmente de acero de diversa tipología y hormigón.

Sin embargo, y a pesar del avance tecnológico, vemos rascacielos como el Burj Khalifa que mantienen un ratio más de una decena de veces superior al de la torre Eiffel. La interpretación es clara: cada metro adicional de acero u hormigón supone un incremento significativo de peso, y por tanto de energía y emisiones, planteando serios interrogantes sobre la verdadera eficiencia de estas construcciones. Si en el siglo XIX el acero

permitted superar límites impensables con la piedra, hoy nos preguntamos cómo estas decisiones de diseño afectan a la sostenibilidad de los edificios, más allá de la resistencia estructural. El desafío actual no es solo alcanzar nuevas alturas, sino hacerlo de manera eficiente y responsable con el medio ambiente.

En conclusión, la reducción de masa se traduce en eficiencia y sostenibilidad: edificios más ligeros requieren menos cimentación, menos transporte de materiales y generan menos emisiones durante su ciclo de vida. Además, existe un límite práctico de altura sostenible, más allá del cual cada planta adicional implica un aumento desproporcionado del peso y, con él, de la huella de carbono del edificio. Este hecho pone sobre la mesa la necesidad de replantear la carrera por construir más alto y de explorar soluciones constructivas innovadoras que combinen resistencia y ligereza. El uso de materiales como polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP) ya ha dado lugar a hitos como el nuevo puente de Küstrin-Kietz, entre Alemania y Polonia (2025), la primera infraestructura suspendida íntegramente de cables de CFRP. Esta innovación reduce drásticamente el acero y el hormigón necesarios, minimizando el peso y el impacto ambiental.

La historia de la construcción puede contarse en toneladas, pero también en la forma en que esas toneladas se han ido reduciendo con el desarrollo tecnológico. De la pirámide de Guiza al Burj Khalifa, el camino ha sido el de la búsqueda de eficiencia: menos peso, más altura, mayor funcionalidad.

Hoy más que nunca, la pregunta de Fuller a Foster sigue vigente: “¿sabemos cuánto pesan nuestros edificios?”. Quizá, al responderla, encontremos también una medida de su verdadera sostenibilidad.