

ALGUNAS REFLEXIONES A TENER EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

1.- Sobre la infravaloración de las cargas gravitatorias actuantes

En primer lugar, es preciso comentar que es práctica habitual que la información que recoge el proyecto respecto de las cargas que han sido consideradas en el cálculo de la estructura sea insuficiente o que no sea fiel reflejo de los diferentes usos a que están sometidos todos y cada uno de los forjados de la misma. En muchos proyectos se arrastra, incluso, cuadros de cargas de obras anteriores que, en la mayoría de los casos, no corresponden a los del proyecto que se redacta y que, además, adscribe pesos que han quedado obsoletos a elementos constructivos actuales o, simplemente, no los recoge.

Es, pues, muy importante cuantificar y ubicar adecuadamente las cargas actuantes, ya que una infravaloración de las mismas puede acarrear problemas posteriores (como deformaciones excesivas) que, como todos los que afectan a la estructura, son muy costosos de resolver.

Para ello, es necesario redactar un cuadro de cargas que recoja tanto las cargas superficiales, como las lineales y puntuales a que estarán solicitados los diferentes elementos estructurales, basándose en la Norma NBE-AE-88 (de obligado cumplimiento), en la NTE-ECG (aunque no sea de obligado cumplimiento, recoge pesos de elementos constructivos más acordes con la realidad actual en muchos casos) o en datos facilitados por el fabricante (en caso de forjados de

viguetas prefabricadas), teniendo en cuenta los siguientes criterios:

?? En el caso de las cargas superficiales, distinguir claramente las cargas permanentes (peso propio de la estructura y concargas) de las de uso, valorándolas en su justa medida y considerando el caso más desfavorable cuando no se conozca de antemano el material de que va a estar construido un determinado elemento constructivo. (Es habitual el pensar, por ejemplo, que el forjado de cubierta soporta menos carga que los inferiores y, en muchos casos, esto no es así, siendo incluso mayor la carga permanente, con la consiguiente influencia que ello tienen en el valor de la flecha activa).

?? En el caso de las cargas lineales, hay que tener en cuenta que la Norma NBE-AE-88, en el último párrafo del artículo 3.3., dice que cuando se trate de tabicones de peso superior a 120 kg/m^2 , no se asimilará su peso a una carga superficial uniforme, siendo preciso considerar la correspondiente carga lineal. Ello quiere decir que todo tabicón superior a 9 cm. de espesor ya debe ser considerado como una cara lineal, teniendo en cuenta además el peso del enlucido correspondiente, ya sea a una cara o a dos caras.

Por tanto, habrá que considerar como lineales las cargas correspondientes a fachadas, medianeras, separación entre viviendas, cajas de escalera y ascensor, etc., valorándolas en su justa medida y teniendo en cuenta, además, que dicha carga lineal dependerá de la altura libre que tenga la planta, no siendo válido, pues, en muchos casos considerar la misma carga lineal para todas las plantas del edificio. También es válido aquí lo dicho para las cargas superficiales en lo que se refiere a que cuando no se conozca de antemano la composición del elemento constructivo correspondiente, habrá que considerar el caso más desfavorable e, incluso, aunque se conozca hay que pensar en posibles cambios posteriores durante la ejecución de la obra o durante la vida útil del edificio.

En cuanto a las losas de escalera hay que tener en cuenta que la carga total que soportan suele ser superior a la del forjado, ya que además del peso propio de la misma, que dependerá del canto, hay que considerar, además de las habituales, la correspondiente al peldañado, así como la sobrecarga de uso que, según la Norma NBE-AE-88, será como mínimo de 300 kg/m². Además, esta carga de escalera habrá que aplicarla en las vigas donde apoyen realmente, por lo que será preciso determinar las vigas o zunchos donde vayan a apoyar las escaleras, no siendo válido, por tanto, la asimilación a una carga repartida.

Tampoco hay que olvidar las sobrecargas lineales en borde de voladizo (art. 3.5. NBE-AE-88).

Es, pues, muy importante, que los redactores de proyectos, en su calidad de responsables últimos y a muchas veces únicos del edificio que se proyecta, valoren las cargas actuantes en su justa medida y, en caso de confiar el cálculo a terceras personas, se les facilite el listado y ubicación de cargas a considerar, así como que, una vez calculada la estructura, se facilite además de los planos de armado, los planos o esquemas de las cargas consideradas en todas las plantas del edificio. En este sentido, puede ser muy clarificador insertar en cada plano de forjado un cuadro que recoja de manera exhaustiva las cargas consideradas (superficiales, lineales, puntuales,...) en cada una de las partes del mismo.

2.- Sobre el uso de los programas informáticos de cálculo.

Los programas de cálculo de estructuras son una herramienta muy valiosa en el proceso de diseño y cálculo de las estructuras. Pero los programas no pueden sustituir el criterio y los conocimientos del técnico que proyecta la estructura. Este aspecto a veces se olvida y lleva a soluciones estructurales erróneas y peligrosamente inseguras.

En primer lugar el que utiliza los programas de cálculo ha de tener la competencia técnica necesaria; no basta con que se sepa “manejar” el programa, es decir la introducción de datos; por eso no es adecuado que cualquier miembro del despacho sea el que calcula la estructura, con tal de que haya aprendido el manejo del programa. Es necesario contrastar el modelo estructural que acepta el programa con la estructura real que se va a construir.

Los programas de cálculo no discriminan, sólo calculan según los datos introducidos y según para lo que están programados. Es el técnico quien tiene que analizar y valorar los resultados. Para ello el programa ha de facilitar la consulta de todos los parámetros que intervienen en el cálculo : geometría, materiales, vínculos externos, cargas, deformadas, diagramas de solicitaciones, coeficientes de seguridad, etc. Hay programas de cálculo que no facilitan este análisis, pues se hace complicado, son programas opacos, poco transparentes y pueden inducir a errores graves al no poder interpretar con facilidad los resultados del cálculo.

A este respecto la instrucción EHE comenta en el artículo 4.2.3.1.:

“ Debe tenerse presente que el Autor del proyecto deberá poner especial cuidado en el control del uso de los programas dentro del ámbito de aplicación correspondiente y de la comprobación de los datos introducidos y los resultados obtenidos.

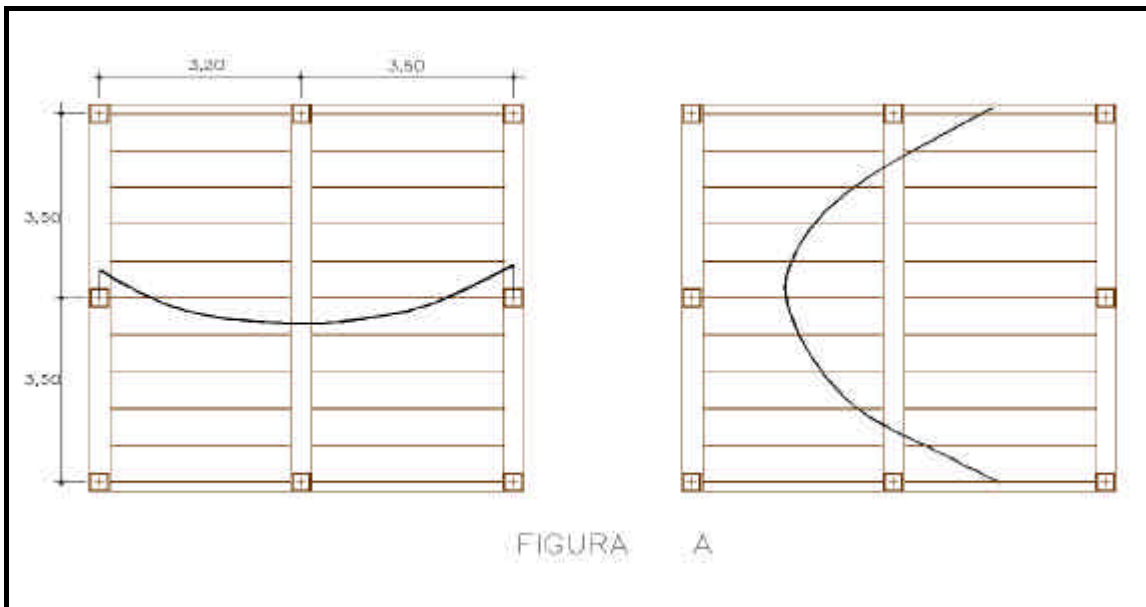
En particular se llama la atención sobre el problema que entraña el uso de programas integrados, no suficientemente transparentes, para el proyecto automático de estructuras.”

La idea extendida por la publicidad de los propios suministradores de los programas, de que el programa “lo resuelve todo automáticamente” y lo comprueba todo puede resultar peligrosa. Esto hace que muchos técnicos piensen que como las estructuras las calculan con un programa automático están exentos de cualquier comprobación, y elaboran los planos de proyecto directamente con los resultados que genera el programa sin ningún tipo de filtro.

En la ECC-CV. se detectan deficiencias de proyecto, muchas de ellas debidas a los aspectos que se están comentando. Una situación bastante habitual y que genera problemas graves es la que se comenta a continuación.

Cuando se calcula un forjado como el que se representa en la figura A, con un programa que introduce como barras estructurales todas las viguetas, hay configuraciones de paños de forjados en el que el modelo de cálculo de barras con nudos rígidos lleva a unos resultados que no corresponden a la situación real de la estructura.

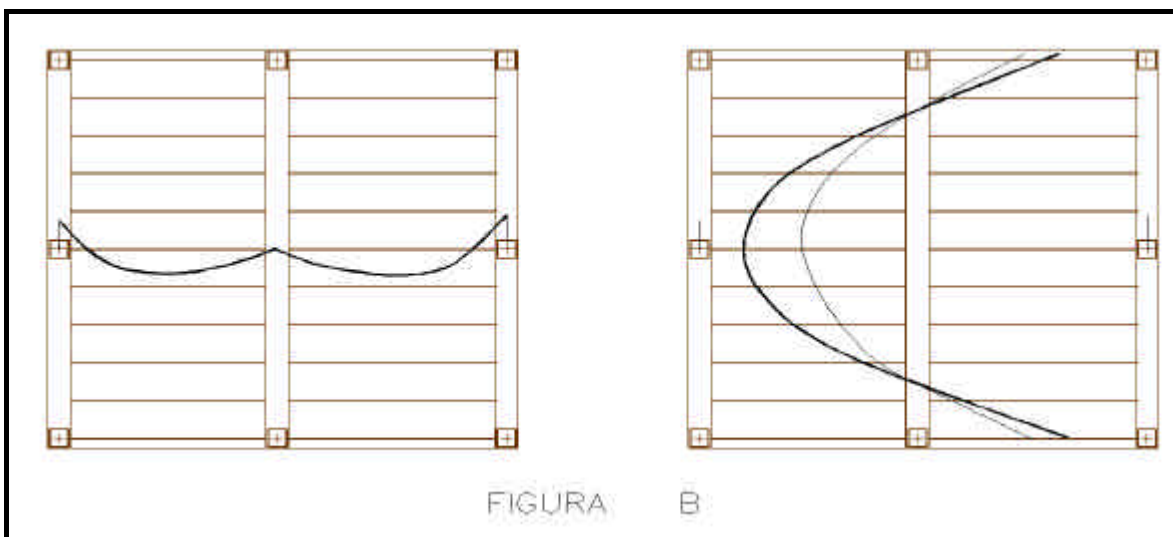
En esta situación el modelo de cálculo hace que la rigidez de las viguetas soporte a la viga central, que funciona como “colgada” de las viguetas. Las barras de los nervios centrales tienen un diagrama de momentos flectores como se indica en la figura de la izquierda: con momentos positivos en su unión con la viga central. En esta situación el programa no coloca armadura de negativos de viguetas en ese apoyo, pero tampoco armadura de positivos; por otra parte imposible constructivamente al tratarse de viguetas prefabricadas.



La viga central queda armada para un momento correspondiente al que se indica en la figura anterior de la derecha. Estos son los resultados del cálculo y los planos de proyectolos correspondientes a dicho cálculo.

Ahora bien, cuando se construya este forjado la situación real será muy distinta a la de cálculo, pues las viguetas no tendrán la rigidez calculada, ya que no tienen la armadura de positivos correspondiente y por lo tanto tampoco absorberán los momentos positivos que el modelo teórico del programa calcula.

La situación real se aproximará a lo que se indica en la figura B. Las viguetas funcionarán como simplemente apoyadas en el apoyo del centro, pero la viga central tendrá un momento mucho mayor al previsto en el cálculo, del orden de 1,5 veces mayor. Por lo tanto el armado de la viga es claramente insuficiente; esta no tiene coeficiente de seguridad.



El programa no es capaz de detectar la correspondencia entre el modelo estructural introducido y la estructura real. Esta es una labor exclusiva del calculista. Al programa se le debe exigir facilidad para consultar todos los parámetros de cálculo.