



7.01 SUPERSTICIONES ESTRUCTURALES (y II)* josé luis de miguél

02 **L**osa. Antiguamente, la flexión bidireccional no tenía solución salvo con losas de piedra, con las que se podían salvar luces muy reducidas. Con piezas de madera sólo cabía una flexión unidireccional. La aparición del acero, y sobre todo la del hormigón, permitió plantear losas con comportamiento bidireccional, por lo que aparentemente este elemento parecía ser la solución genérica y definitiva de la flexión. Pero al aumentar la luz es necesario más canto, y con losa maciza, el peso propio incide demasiado desfavorablemente en las sollicitaciones y en la eficacia de la solución, que no puede competir con la aligerada y jerarquizada, a base de vigas de descuelgue en ambas direcciones. La losa sigue siendo pues una solución hasta una luz determinada, adecuada a luces pequeñas; por encima debe dotarse a la solución de estructura, es decir, de organización. Salvo si el peso no es inconveniente, como en losas de cimentación, pensar que un problema de flexión de luz importante puede solucionarse con una losa, es una superstición.

03 **M**acizados. En las vigas de hormigón que se usaban inicialmente, de canto o descuelgue bajo el forjado, era lógico, desde el punto de vista constructivo, prever unos macizados laterales, que no se tenían en cuenta en la capacidad resistente, ya que a momento negativo y cortante la sección que gobierna el problema es la inmediata bajo el forjado, y a momento positivo la ventaja era marginal, complicando innecesariamente la formulación, para llegar a un resultado muy similar. Al pasar a vigas planas, el macizado ocupa todo el canto, por lo que puede y debe computarse ventajosamente a momento negativo y cortante. En forjados planos, hablar de macizados laterales a las vigas es una superstición: forman parte de las vigas.

04 **momentos en las zapatas.** En el análisis de una estructura se prescinde de las zapatas, simuladas por un empotramiento al final de los soportes, debido a la enorme desproporción de rigidez entre unos y otras. Pero los momentos de empotramiento de los soportes no son momentos para las zapatas; son sólo un resultado espurio, procedente de la hipótesis de simplificación del análisis. Por el mismo motivo, el cálculo de las zapatas podría hacerse prescindiendo de la estructura, simulando los soportes por una articulación. En cualquier caso los momentos en soportes de edificios raramente significan una excentricidad superior a unos cuantos centímetros, que para ellos pueden ser algo relevante, pero que son insignificantes para una zapata, que, en muchas ocasiones, se construye y ubica con una imprecisión mucho mayor. Calcular las zapatas teniendo en cuenta momentos es una superstición.

05 **muro.** En las construcciones antiguas la estructura soporte era de albañilería no resistente a tracción, que, para ser estable, debía adoptar la forma de muros, elementos que al mismo tiempo cumplían el papel de cerramiento, aislamiento térmico y acústico, etc. En la actualidad la mayoría de muros son simplemente elementos de cerramiento sin papel estructural. Si un edificio se proyecta con muros de hormigón armado como elementos de sustentación, su dimensionado conduce casi necesariamente a tamaño de soporte aislado, sin que quepa temer por su estabilidad. En general en la edificación moderna, referirse a un elemento de soporte como un muro suele ser una superstición.

06 **muro de contención.** Los muros de contención, están sometidos a la acción del empuje de las tierras, ante lo que responden localmente con cortantes, y momentos flectores, siempre que además soporten con seguridad los intentos de desestabilización por deslizamiento y vuelco. En edificios con sótano se disponen en derredor elementos de pared, denominados asimismo usualmente muros, que en efecto están expuestos a los empujes de terreno, y, por tanto, tienen, por ese motivo, cortantes y momentos locales, pero, sin embargo, no pueden ser comprobados por sí mismos a deslizamiento o vuelco, condiciones que sólo pueden predicarse del edificio en su totalidad; el deslizamiento suele estar neutralizado con el de la fachada opuesta a través de solera y forjados, o al menos soportado por los demás elementos de soporte y cimientos del edificio a través de la solera. Incluso el momento flector carece de sentido como tal, ya que, debido al peso de los forjados que sustenta, y en no pocas ocasiones, al de los soportes del edificio que nacen de su cúspide, no hay tracciones. En las paredes de sótano, los efectos de los momentos debidos al empuje son casi sistemáticamente algo secundario o imperceptible. En cualquier caso, debido a la rigidez de la unión con forjados y solera, y al efecto de compensación de la zarpa por debajo de la misma, carecen de cara traccionada como tal, y se encuentran cosidos en cabeza por un forjado. Tratar las paredes de sótano en clave de muros de contención es una superstición muy extendida.



07 **Núcleos rígidos.** En una discusión meramente cualitativa de las propiedades de la estructura puede sospecharse de falta de rigidización lateral o al desplome. Pero la simple existencia de un núcleo rígido no es una garantía de nada. Un muro de rigidización, que atraiga papel resistente a acciones horizontales debe poseer pareja concentración de carga vertical; los muros que rigidicen eficazmente un edificio deben tener una disposición simétrica y perimetral en la planta; lo contrario ocasionaría una respuesta mecánica desproporcionada, dando pie a que suplantaran su papel otros elementos no previstos para ello. Por ello no es fácil agruparlos en un núcleo rígido. Difícilmente un núcleo es rígido si no abarca más del 50% de ambas dimensiones de la planta. Atribuir la rigidización a un núcleo pequeño suele ser una simple superstición.

08 **Pelos de las viguetas por encima de las vigas.** Cuando la vigería de piso era de madera, la jerarquía de sujeción de unas piezas a otras debía respetarse en el detalle constructivo y, o las viguetas se disponían sobre las vigas, o se colgaban de ellas con artilugios más o menos complejos. Las primeras soluciones de hormigón tenían vigas de fuerte canto, por lo que los elementos secundarios, losas o forjados, se enrasaban con su cara superior, o en otro caso se acudía a extraños estribos de cuelgue. Al pasar a soluciones planas, en las que vigas y viguetas tiene el mismo canto, ha subsistido la regla de que las viguetas debieran apoyar sobre la viga, como si la carga entrara necesaria y mágicamente por gravedad. Para conseguirlo se fuerza que los pelos de las viguetas se eleven por encima de la armadura de la viga, complicando inútilmente el detalle y la ejecución, que siempre queda mal. En forjados reticulados, sin antecedente en madera, no hay la prevención supersticiosa de elegir, con la jerarquía estructural de cada cruce, cuál de las dos armaduras debe ir por encima de la otra. La carga entra siempre por tensión de tracción y compresión en bielas oblicuas, sin depender de la situación relativa de la armadura de los nervios que se cruzan, por lo que en la solución de vigas y

Slab. The original solution for two-directional flexion was to use flag-stones, which could be used to cover very small spaces. Wood would only hold one-directional flexion. The appearance of steel, and above all, concrete, allowed the establishing of slabs with a two-directional behaviour, so that this element seemed to be the definitive and generic answer to flexion. But extending the space means you need more edge, and the actual weight of solid slabs affects the loads very unfavourably, and cannot compete with the lightness and hierarchy of beam hangers in both directions in the efficiency of a solution. Thus slabs continue to be a solution up to a particular size space, useful for small areas; above all, you should provide a solution that is structural, in other words, one of organisation. It is a superstition to think that a problem of flexion in a large space can be solved with slabs except when the weight is not a problem, as in foundations.

Solid bridging. With the concrete beams initially used that hung below or had the edge below the nogging, it was logical, from the construction point of view, to provide lateral solid bridging, which were not taken into

account in the capacity of resistance, as the section which controls the problem of the shearing force or negative momentum is the one directly underneath the nogging and the advantage for the positive momentum was marginal, unnecessarily complicating the formulation in order to achieve a very similar result. With the change to level beams, the bridging takes up all of the edge, so that it can and ought to be calculated advantageously for the negative momentum and shearing force. Talking of lateral bridging up in level noggings is a superstition; they are a part of the beams.

Movement in footings. In analyses of structures footings are disregarded, simulated by housings at the base of the supports, owing to the enormous disproportion of rigidity from one to another. But the movement of the housing of a support is not the same as that of a footing; the result is spurious, deriving from the hypothesis of a simplification of the analysis. For the same reason, the calculation of the footings could be made without taking account of the structure, simulating the supports with a joint. In either case movements in the supports of a building rarely mean an eccentricity greater than a few centimetres, which can be something important to them, but which is insignificant in a footing which, in many

instances, is built and set down with a much greater lack of precision. It is a superstition to calculate footings taking into account movement.

Walls. In old-fashioned building the supporting structure was of brick or stone, not resistant to traction, that, in order to be stable, had to take the form of supporting walls, elements which took on the role of enclosing, insulating heat and sound etc. Now the majority of walls simply enclose without having a structural role. If a building is designed with walls of reinforced concrete as supporting elements, its measurements almost necessarily will lead to those of an isolated support, without having to worry about its stability. Generally speaking in modern building, referring to an element of support as a wall is likely to be a superstition.

Retaining Walls. Retaining walls, subject to the forces of pressure from earth and soil, to which they respond with shearing and local movements, moreover they always provide secure support against the destabilising attempts of slippage and spillage. In buildings with basements they are placed around partition walls, themselves usually called supporting walls, which are, in effect, exposed to the pressure of the land, and therefore have, for this reason, shearing and local movements, but,

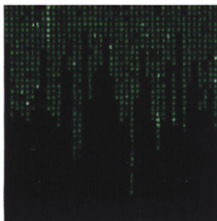


forjado puede acudir a presentar primero las viguetas, en el mismo plano que los estribos de la viga y sirviendo de calzo natural y separador para ella. Doblar los pelos de las viguetas para que se apoyen en las armaduras de la viga es una superstición.

09 **pórticos respecto a fachada.** Inicialmente los pórticos sustituyeron a los muros interiores, y, sobre todo, con vigas y viguetas metálicas, había una diferencia clara si se disponían en una dirección u otra. En la actualidad, cuando todo son pilares, la cuestión no tiene sentido: todo pórtico es siempre paralelo a una fachada y perpendicular a otra. Detenerse a discutir cómo son los pórticos con relación a la fachada es una superstición.

10 **pórticos de arriostramiento.** En las primeras estructuras porticadas se disponían forjados unidireccionales sin capa de compresión y mucho menos mallazo, por lo que ese elemento no colaboraba con los soportes para soportar acción de viento en su dirección. Si no se acudía al contrapeado de paños de forjado, no había más remedio que acudir a vigas específicas, formando pórticos transversales a los de carga, denominados de arriostramiento, casi siempre en las fachadas. Aun con la incorporación de la capa de compresión y el mallazo, el forjado no podía competir con los pórticos de vigas de descuelgue, y la práctica totalidad de la acción horizontal en su dirección se canalizaba hacia los pórticos de arriostramiento. Con el paso a la solución plana, el canto de todas las vigas pasó a ser el mismo que el del forjado, cambiándose las tornas, aunque muchos calculistas y programas, sobre todo los que trataban sólo la estructura de pilares y vigas, dejando de lado el forjado como algo secundario, siguieron asignando las sollicitaciones de la acción horizontal en la dirección de las viguetas a sólo unos elementos intercalados con ellas, denominados vigas de arriostramiento y los pilares a los que acometían, ignorando que el resto de la planta desplomaba al unísono y que todos los demás nudos cooperaban a ello de manera similar. Los programas actuales suelen ya considerar la colaboración de todas las piezas de la estructura, si bien siguen partiendo de que hay vigas transversales, que paradójicamente acaban sin apenas más sollicitación que la de las viguetas próximas. En una solución de vigas planas con forjados continuos, disponer vigas de arriostramiento, en pórticos transversales a los de carga, y sobre todo, creer que sólo ellos soportan la acción horizontal en su dirección, se mantiene como una superstición.

11 **programa matricial.** El ignaro suele atribuir valor mágico a las palabras, creyendo que la simple enunciación de atributos de alta técnica o especialización confiere propiedades valiosas al objeto final. Se trata en general de artificios para desbancar al competidor, o meros reclamos comerciales. Durante muchos años gozaron de gran predicamento las estructuras hiperestáticas, que, según sus voceros, prometían ser mejores que las otras. Hoy en día se anuncian como el no va más, las estructuras calculadas con un programa matricial, e incluso deben ser mejores las que se obtienen de un modelo espacial, o en el que se considera cada vigueta individualizadamente, y por supuesto todavía más los que tratan con elementos finitos o los que calculan docenas de modos propios de vibración y periodos de oscilación por análisis dinámico. Todo mentira. Creer a pies juntillas que el hábito hace al monje es una superstición.



nevertheless, cannot be themselves checked against slippage or spillage, conditions that can only be predicted for the whole building; slippage is usually neutralised with that of the opposite side through the use of supports or the noggings, or at least held up through the rest of the supporting elements and the foundations of the building through the base. Even the local movement does not make sense as such, owing to the weight of the noggings it holds up, and on more than a few occasions there is no traction of that of the building's supports which rise from its apex. In basement walls, the movements due to the effects of pressure are almost systematically secondary or imperceptible. In any case, owing to the rigidity of the join of nogging and base, and the compensatory effect of the setoff under it, they do not have a side with traction as such, and they are tied in at the head with a nogging. Treating basement walls with retaining walls is a very great superstition.

Rigid nuclei. It is easy to suspect a structure of having a lack of rigidity at its side or its batter in a merely qualitative discussion of its properties. But the simple existence of a rigid nucleus is not a guarantee of anything. A 'strengthening wall', which has a role of resistance to horizontal forces ought to possess a similar concentration of vertical load; the walls

which effectively strengthen a building ought to have a symmetrical layout around the perimeter of the floor; the contrary would require a disproportionate mechanical solution, giving cause for replacing its role with other elements not designed for it. That is why it isn't easy to put them together in a rigid nucleus. It is difficult for a nucleus to be rigid if it doesn't include more than 50% of both dimensions of the floor. Attributing rigidity to a small nucleus is usually simply a superstition.

Projecting ends of the joists on top of the beams. When the framework of a floor was made out of wood, the hierarchy in holding some pieces by others had to be respected in the particulars of the building, and if the joists were placed over the beams, or whether they were hung from them using quite complex apparatus. The first concrete solutions used beams with pronounced edges, causing the secondary elements, slabs or noggings, to be level with their upper side, or alternatively resorting to strange beam hangers. With the move to level solutions, where the beams and the joists have the same edges, the rule that the joists should be supported on top of the beams has lived on, as if the load will become magically necessary because of gravity. In order to attain this, the projecting ends of the joists are forced to be held up on top of the

reinforcement of the beams, uselessly complicating the detail and the execution, which always ends up poor. In waffle slabs, without wooden antecedents, there is no superstitious choice to decide which of the two pieces of framework should be on top of the other in the structural hierarchy of each crossing point. The load always enters through the tension and compression of oblique connecting rods, without depending on the relative situation of the framework of nerves which cross over each other, so that the joists can be gone to first in the solution of noggings and beams, at the same level as the beam hangers, serving as natural wedges and separators for the beams. Bending the projecting ends of the joists so that they rest on the reinforcements of the beams is a superstition.

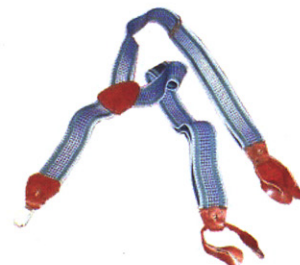
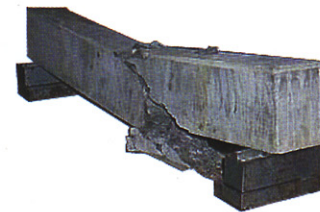
Gantries and facade. Initially gantries substituted interior walls, and there was a clear difference, above all with beams and metal joists, if they were placed in one direction or the other. Nowadays, when they are all pillars, the question does not make sense: each gantry is always parallel to one outside wall and perpendicular to another. Bothering to argue about what gantries are like in relation to the outside walls is a superstition.

12 puente térmico delante del forjado. La simple existencia del elemento que la hace posible no garantiza una cualidad en el grado deseable; que haya ventanas no garantiza suficiente iluminación, y que haya aislamiento no garantiza que sea el adecuado; es preciso medir cuánto. Al revés, que haya un puente térmico, por sí mismo no implica nada, a menos que se mida cuánto se pierde con él, y se contraponga ese costo a lo que gana en la simplificación constructiva. Pasar aislamiento delante del canto del forjado puede mejorar el aislamiento, pero deja en precario la estabilidad de la estructura, del edificio y sobre todo de la propia fachada. En climas en los que se mantienen durante varios días sucesivos temperaturas muy bajas, puede ser vital la continuidad del aislamiento por delante del forjado. Eso es contradictorio con sostener el cerramiento con la estructura, y con que el primero sea determinante en la estabilidad y rigidez del conjunto del edificio. En muchas zonas del país, empeñarse en lo del puente térmico del forjado es una superstición.

13 Resistencia del hormigón. El hormigón surgió como competidor del acero, y le interesa figurar como material resistente. En vigas, forjados, forjados reticulados, losas, zancas, muros, encepados, soleras y otros, la capacidad resistente de la sección depende muy poco de la del hormigón, hasta tal punto que éste puede considerarse más bien como un material de relleno que propiamente resistente. Invertir esfuerzos en declarar, conseguir y controlar la resistencia del hormigón de elementos básicamente sometidos a flexión es una superstición.

14 Soportes circulares. En los soportes exentos de piedra, material muy sensible a las tracciones, el punto débil lo constituyen las esquinas salientes, que deben evitarse, dando lugar a las secciones circulares. Tal regla se descubrió de antiguo, o quizá copiando la forma de los troncos de árbol, que llegan espontáneamente a la misma conclusión, aunque en este caso también motivada por el diferente coste de la superficie frente al volumen. En materiales como acero u hormigón armado, la capacidad portante de las secciones cuadradas se ve mermada de una manera muy similar para excentricidades en la dirección del lado o de la diagonal, resultando indiferentes a la existencia de esquinas. Y los de forma circular suelen ser mucho más caros, y más difíciles de ensamblar, revestir, rematar, etc. Atribuir ventajas estructurales a los soportes exentos de hormigón o acero si son circulares, es una mera superstición.

15 Tirantes. Las cargas de peso se dirigen hacia abajo, provocando compresiones. Sostenerlas mediante un tirante da la impresión de desafiar y ganar la batalla a dichas fuerzas. Pero es un espejismo. No hay de dónde tirar, y si se tira, lo único que se hace es subir las cargas, que luego deben indefectiblemente bajar de más alto. Un tirante duplica y complica la solución estructural; ni la simplifica ni la reduce, a menos que muchos tirantes permitan concentrar carga en un elemento fuertemente comprimido, y, por tanto, poco penalizado por pandeo debido a la economía de escala. Cualquier tirante, salvo el de globos cautivos, ejerce su función contra un codal comprimido. Nunca puede solucionarse nada con sólo tirantes; la mitad o más de las piezas de la estructura final deben estar comprimidas. Cada tirante debe ir apareado contra un codal. Además, si se disponen tirantes para aligerar la solución, es más



Bridging frames. They used one-directional noggings without compression layers and with much less interweaving in the first structures with frames, which meant that this element was not working with the supports to deal with the force of the wind in its direction. If they did not recourse to alternating the lengths of the nogging, there was no other remedy but to turn to specific beams, forming arches across the load-bearing gables, called bridging frames, almost always in the outside walls. Even with the incorporation of interweaving and compression layers, the nogging could not compete with frames of beam hangers and the practical totality of the horizontal force in its direction was channelled towards bridging frames. With the arrival of level solutions, the edge of all the beams became the same as that of the noggings, changing the returns, although many programmers and programmes, especially those which only dealt with the structure of pillars and beams leaving aside the nogging as something secondary, carried on attributing the load of horizontal forces of the joists only to elements that were interconnected with them, the bridging beams and the pillars that they dealt with, ignoring the fact that the rest of floor tilted with the whole, and that all of the other knots worked with it in a similar manner. Up-to-date programmes usually now consider the working together of all of the pieces of the structure,

although they still think there are transverse beams, which paradoxically end up with no more load than the nearest joists. Placing bridging beams in gables that are transverse to load-bearing gables in solutions with level beams and continuous noggings, and above all, believing that they solely support the horizontal force in their direction, is kept up as a superstition.

Matrix programming. The ignoramus is used to attributing a magic value to words, believing that the simple enunciation of highly technical or specialised terms confers valuable properties on the final object. In general this refers to tricks to oust a competitor, or mere commercial inducements. Indeterminate structures enjoyed great prestige for many years, promising to be better than others, according to their spokespersons. These days they announce as if there were no others, structures calculated by matrix programmes, and moreover they ought to be better if it is done with a spatial model, or if each piece of the framework is considered individually, and, of course, even better if it deals with finite elements, or if dozens of ways of vibrating and periods of oscillation are calculated through a dynamic analysis. All nonsense. Believing absolutely that the myth makes the man is a superstition.

Thermal bridge in front of the nogging. There simply existing an element that makes something possible does not guarantee the required grade of quality, the fact that there are windows does not guarantee sufficient light, and the fact that there is insulation does not guarantee that it is adequate; it is necessary to measure how much. In turn, the fact that there is a thermal bridge in itself does not imply anything, unless how much is lost is measured, and its cost is set against how much is gained in the simplification of the building. Putting insulation in front of the border of the nogging can improve the insulation, but leaves the stability of the structure, in particular, its outside walls, in doubt. The continuation of the insulation in front of the nogging can be vital in climates where the temperatures stay very low for many successive days. This is in contradiction to maintaining the outer layer with the structure, and to putting foremost the stability and rigidity of the whole structure. Insisting on a thermal bridge in front of the nogging in many parts of the country is a superstition.

Resistance of concrete. Concrete emerged as a competitor of steel, and is seen as a resistant material. In beams, noggings, waffle slabs, slabs,

probable que la succión de viento provoque inversión de esfuerzos, que exige que toda pieza traccionada deba soportar asimismo compresiones. Sólo si hay mucho peralte, y hay una estructura de reserva, se pueden disponer tirantes. Calificar y representar piezas como tirantes suele ser una superstición.

- 16 **Vigas aligeradas.** En una viga, sobre todo de acero, en igualdad de condiciones, el peso es un indicador básico de su coste. En el diseño de una viga debe pues intentarse eliminar sección y peso de donde no se necesite, o elegirla de manera que acabe pesando lo menos posible. En principio cuanto más canto posea, menos peso puede tener, lo que condujo a producir, por desplegado, vigas con canto como vez y media el perfil original; su aspecto es, necesariamente con huecos hexagonales. Puede la cosa se originara porque la representación simbólica de esas vigas a pequeña escala se hiciera con círculos, pero lo cierto es que en la actualidad se puede ver, con cierta frecuencia, unas extrañas vigas de alma llena, a las que -se dice que para aligerarlas- se les abre posteriormente huecos circulares, enormemente difíciles de realizar, que no sólo no suponen aligeramiento -de costo- alguno, sino más bien encarecimiento, y que, las más de las veces, reducen de tal manera su capacidad resistente, que además hay que elegirlas con alma más gruesa y con mayor peso que la solución sin huecos. Denominar esas absurdas vigas como aligeradas es una superstición.



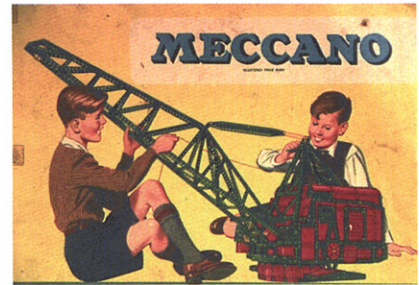
- 17 **vigas de atado.** Con estructuras de muros, la fundación acababa siendo una trama de zanjas en las dos direcciones. Al pasar a soportes aislados, se debía mantener al menos las zanjas perimetrales, bajo los cerramientos, y en muchos casos, incluso las demás, bajo los tabiques de compartimentación interior, debido a su rigidez y a la ausencia de solera. Con estructuras de soportes sobre zapatas aisladas no se justifica la supervivencia de zanjas hormigonadas, denominadas vagamente de atado. En general no hay nada que atar, y si hay solera, ésta ata mucho más que las vigas que puedan disponerse bajo ella. Incluso, si se disponen en dos direcciones, el supuesto arriostramiento que se intenta conseguir es deficitario; sólo vigas en tres direcciones pueden suplir a una solera, que ata y acodala en todas direcciones. En rigor, los forjados de piso tienen capacidad de sobra para atar eficazmente la obra. Sólo si no hay ni solera ni forjado sanitario ni forjados de piso habría que acudir a vigas de atado entre zapatas. La explicación de que las vigas de atado sirven para corregir asientos diferenciales no se sostiene; no hay viga ni armado que pueda hacer frente a la transferencia de carga que ocasionaría una diferencia perceptible de asiento. Incluir vigas de atado en la estructura es una superstición.

- 18 **vigas en dirección de la luz mayor.** En materiales como madera y acero, fuertemente dependientes de la flecha y por tanto golosos de concentrar carga, la solución de una planta extensa pasa por una jerarquía de familias, en las que canto, carga y luz crecen simultáneamente. En hormigón, en el que no se acoplan canto y sección, y en edificios usuales, sobre todo con vigas planas, la regla deja de ser válida con carácter general. Unas veces es mejor disponer las vigas en la dirección de más luz y otras en la de menos. En muchos casos hay que esperar a definir totalmente la solución y a valorarla para poder sacar conclusiones. En forjados planos, tratar a toda costa de disponer las vigas en la dirección de más luz en una superstición.

19 **viga ligera.** Al formularse el cálculo de estructuras, las vigas pudieron elegirse racionalmente, dotándolas de la sección imprescindible; saber calcular era pues poder elegir vigas más livianas. En la actualidad todas las vigas se eligen estrictamente, pero no son igualmente livianas: cuanto menos canto, evidentemente tienen más sección y más peso. Reputar una viga de ligera porque en el alzado es más estrecha, es falso: las más delgadas son las más pesadas. Sólo un ignorante cree en la superstición de que la delgadez es signo de ligereza.



20 **vigas trianguladas articuladas.** Una articulación permite garantizar que la interacción mecánica a su través es una fuerza; en una pieza con articulaciones en sus dos extremos el equilibrio con sólo acciones en sus extremos impone que sean necesariamente en su dirección. Con una agrupación de piezas de ese tipo, sólo hay estructura -rígida- si, en el plano, la configuración del conjunto define triángulos. Las primeras celosías estaban pues articuladas en sus intersecciones. Pero si la estructura es triangulada, las articulaciones no permiten ningún juego como tal, por lo que se comprobó que era la condición de triangulada y no la de articulada la que permitía la simplificación del análisis, con lo que se pasaron a construir celosías trianguladas igual de seguras y fáciles de calcular, pero sin el sobre costo fortísimo de tener que articular sus nudos. En la actualidad, si se articula formalmente algo que no está triangulado, no se sostiene en pie, y si lo que se articula es una celosía triangulada se trata de una superstición.



21 **vuelco.** En la comprobación de zapatas y sobre todo muros, resultaba clásico incluir, además de la de resistencia, la de vuelco. En elementos sueltos o en estructuras de muros de carga, en las que cada elemento debía ser estable por sí mismo, tenía sentido. Si el calculista de estos elementos es diferente del calculista del resto de la estructura suele mantenerlo por superstición. En los edificios de pórticos, el vuelco es una condición predicable del conjunto, no de cada elemento. El vuelco de un muro es imposible, ya que se encuentra sostenido por los forjados y solera contra otros muros o al menos contra el resto de los soportes. El de una zapata suelta es asimismo imposible; mucho antes las solicitaciones que lo podrían provocar deben cambiar su valor. Suponer que las solicitaciones de cimientos de edificios son inamovibles, y que estos elementos deben comprobarse a vuelco no es sino una mera superstición.



22 **vuelo de fábrica de ladrillo.** Los muros portantes de fábrica son sumamente sensibles a la excentricidad, por lo que hay que mantener férreamente controlado su desplome o vuelo sobre el elemento en el que descansa. En la construcción actual, las fábricas de ladrillo son en su mayor parte, elementos sustentados por la estructura principal. En un cerramiento de fábrica, al paso de los forjados, si hay continuidad vertical material de su grueso total, aunque en parte esté sustituido por el forjado, y sobre todo, si ésta se construye de abajo arriba, carece de sentido calificar de vuelo lo que sobresale de la tabica. Aun cuando la fábrica se empiece a construir desde la primera planta, y en ese punto se produzca un saliente, no es propiamente un vuelo, ni produce los efectos de tal, ya que el paño se encuentra acodalado y soportado por el forjado superior, a su vez sustentado por las vigas y soportes de la estructura principal. Existiendo estructura porticada que sustenta los forjados y éstos a las fábricas, calificar de vuelo lo que éstas sobresalen de la tabica del forjado es una simple superstición.

strings, walls, pile caps and others, the capacity of resistant hardly depends at all on that of the concrete, to the point that it can be considered more as a filling material than itself resistant. Investing a lot of effort in explaining, obtaining and measuring the resistance of the concrete in elements which are basically subject to flexion is a superstition.

Circular supports. In free-standing supports made of stone, a material that is very sensitive to traction, the weak points are the outward corners, which should be avoided, and replaced with circular sections. Such a rule was discovered long ago, or was perhaps copied from the form of tree trunks, spontaneously reaching the same conclusion, although in this case also motivated by the different cost of surface against volume. With materials such as steel or reinforced concrete, the load-bearing capacity can be seen to be reduced in a very similar manner by a de-centring to one side or to the diagonal, being indifferent to the existence of corners. And those which are circular tend to be much more expensive, and more difficult to assemble, to cover, to finish off etc. Attributing advantages to free-standing supports because they are circular is just a superstition.

Crosspieces. The force of a weight pushes downwards, causing compression. Holding it up by using a crosspiece gives the impression of facing up to and winning the battle against the said forces. But it is an illusion. There is nowhere to tie in from, and if it is done, the only thing it does is raise up the force, which then has to drop without fail from higher up. A crosspiece duplicates and complicates the solution of a structure; it neither simplifies nor overcomes it, unless many ties allow the concentration of load in a strongly compressed element, and therefore, not penalised by bending due to the economy of scale. Any crosspiece, apart from those of aerostatics balloons, exerts its function against a compressed strut. Nothing can ever be solved just with ties; at least half of the pieces of the final structure must be under pressure. Every crosspiece must be paired with a strut. Moreover, if crosspieces are employed to alleviate the problem, it is more likely that the suction of the wind will cause an inversion of force, which means that the entire tensioned piece has to cope with the compression itself. Crosspieces can only be used if there is a lot of slope, and if there is a replacement structure. Defining and using pieces as ties is usually a superstition.

Lightened beams. The weight of a beam, above all of steel, is a basic

indicator of its cost, all other things being equal. Section and weight has to therefore be eliminated wherever possible in the design of a beam where it is not necessary, or be chosen in a way so that it ends up weighing as little as possible. In principle, the more edge it has, the less weight it has, leading to the production of beams with edges one and a half times the original profile; they necessarily appear as hollow hexagons. This might have come about because the symbolic representation of these beams was done with circles on a small scale, but it is certainly true that now one can quite frequently see strange beams with filled cores which are then opened up with circular hollows -they say to lighten them- enormously difficult to do, which not only do not lighten the cost in any way, but more likely make it more expensive, and on the majority of occasions, reduce their resistant capacity, and moreover, it is necessary to choose those with thicker cores and more weight than those which are not hollow. Calling these absurd beams lightened is a superstition.

Tying-in beams. In structures with walls, the foundations ended up being a weave of trenches in both directions. When changing to isolated supports, it was necessary to keep at least the perimeter trenches, underneath the outer walls, and in many cases, also included underneath the

23 **zapatas cuadradas.** En el caso de estructuras de fábrica la fundación era un recrecido del elemento de soporte, por lo que poseía su forma. Con soportes de acero u hormigón la diferencia de tamaño con la zapata permite que ésta posea cualquier forma, cuadrada, rectangular, triangular, circular u oblonga; al ser de hormigón vertido, el problema es la excavación, no la propia zapata. Incluso pueden disponerse como rombos cuadrados, al bies. Que las zapatas deban ser cuadradas y orientadas con el soporte es una superstición.

24 **zapata aislada o combinada.** La teoría de la zapata aislada supone que ésta está rodeada por terreno libre en un radio como de cuatro o cinco veces su lado. En edificación de ordinario existen zapatas próximas a menos distancia, por lo que todas interfieren entre sí. En particular la formulación del asiento de la zapata aislada opera como si las tensiones bajo la zapata se amortiguaran indefinidamente, mientras que en el caso de edificios, a partir de una profundidad del orden de la distancia entre zapatas, la tensión es constante, ajustándose más bien a la formulación de losa. Dos zapatas contiguas, interfieren en presiones bajo el plano de fondo, y en asiento mucho antes de que entren en contacto. En edificación el conjunto de zapatas funciona más bien como una gigantesca zapata combinada. Proyectar las zapatas de edificios como aisladas cuando tienen otras próximas o pensar que por el hecho de tocarse debe cambiarse la formulación a la de combinadas es una superstición, muy reciente, pero superstición al fin y al cabo.

25 **zunchos.** Con estructuras de muros y viguetas sueltas, el atado de la estructura a nivel de planta dependía de la existencia de zunchos o cadenas, que se disponían en el extremo de las viguetas, sobre el muro de apoyo de las mismas, y que ataba tanto el forjado como el muro, arriostrando el conjunto de ellos. Al disponer estructura de soportes y plantas previa a la albañilería, ningún elemento dispuesto donde luego va a ir un cerramiento zuncha nada, y el atado de viguetas está encomendado a su losa superior armada; la necesidad de zuncho sólo subsiste en los extremos de vuelos. En las estructuras modernas de hormigón, disponer zunchos es una superstición. En la actualidad una moda supersticiosa es la de cuajar la planta con elementos de hormigón en todas direcciones, hasta dejar los paños de forjado totalmente rodeados por vigas u otras piezas, que se denominan pomposamente zunchos. No es frecuente encontrar zunchos discurriendo al lado de vigas, pero en cambio sí es muy habitual encontrarlos al lado de viguetas, como práctica claramente supersticiosa.



Heinz Hossdorf 327 / 7.40

Pozuelo, 14 de febrero del 2002

interior partition walls, owing to their rigidity and the absence of a ground slab. In structures with supports on isolated footings, there is no justification for the survival of concrete trenches, vaguely described as tying-in. Generally there is nothing to tie in, and if there is a ground slab, this ties together much more than beams which could be placed below it. As well, if they are placed in two directions, the supposed bridging which it attempts to bring about is not enough, only beams in three directions can make up for a ground slab, which ties in and shores up in all directions. Strictly speaking, the noggings of a floor have more than enough capacity to tie in effectively the building. Only if there were no ground slab nor sanitary nogging nor floor framing would tying-in beams need to be placed between footings; the explanation that tying-in beams are useful in correcting differentials in seating is not sustainable; no beam nor reinforcement could stand up to the transference of load that a perceptible difference in seating would occasion. Including tying-in beams in a structure is a superstition.

Beams in the direction of the largest span. With the use of materials such as wood and steel, strongly dependent on the grain and however

attractive the solution of an extensive storey goes through a hierarchy of families, in which edge, load and span grow together simultaneously. With concrete, where edge and section are not linked together, and in normal buildings, above all with flat beams, the rule stops being valid as a generalised thing. Sometimes it is better to place the beams in the direction of most span and at other times in that of less. In many cases, it is better to wait and define the whole solution and weigh it up in order to be able to draw conclusions. With level noggings, going to any lengths to place beams in the direction of the largest span is a superstition.

Light beams. In the formulation of the calculations of structures, beams could be rationally chosen, supplying those with the necessary section; knowing how to calculate it was then possible to choose the lightest beams. Nowadays all beams are carefully chosen, but they are not all equally as light; where there is less outer edge, they obviously are thicker and weigh more. Assuming a beam is lighter because its elevation is narrower is false: the thinnest ones weigh the most. Only an ignoramus believes in the superstition that narrowness is a sign of lightness.

Triangulated articulated beams. A joint allows the guarantee that the mechanical interaction that crosses it is a force; in a piece with joints at both its ends the equilibrium obliges them to be necessarily in its direction with only forces at its ends. In a grouping of pieces of this type, there is only a rigid structure if the configuration of the whole in the plan is in triangles. The first lattices then were articulated at their intersections. But if the structure is triangulated, the joints do not allow any play like that, so it was proven that it was the condition of being triangulated, not articulated which allowed the simplifying of the analysis, so with that they began to build lattices which were just as secure and easy to calculate, without having the heavy extra cost of needing to articulate the knots. In actual fact, if what is articulated formally is not triangulated it does not stay up, and if what is articulated is a triangle lattice then we are dealing with a superstition.

Collapse. In the checks used of footings and walls it was classic to check not only the resistance but also the danger of collapse. This made sense in free-standing elements or load-bearing walls, where each element ought to be stable in itself. If the person doing the calculations of these

elements is different from the person calculating the rest of the structure it is normal to keep it up through superstition. In buildings with gables, collapse is something that depends on the whole, not on each element. The collapse of a wall is impossible if it is already held up by the noggings and the soleplate with other walls, or at least with the rest of the supports. The collapse of a free-standing footing is in itself impossible; the forces that it would provoke ought to change its value. Presuming that the forces acting on the foundations of buildings are immobile, and that these elements ought to be checked for the danger of collapse is nothing but a simple superstition.

Cantilevered Bricks. Brick walls are highly susceptible to eccentricity, so it is necessary to maintain the control of their overhang of the element on which they rest with an iron hand. In today's construction, brickwork is in the main an element held up by the principal structure. In exterior brick walls, when crossing over to the noggings, it does not make sense to define as cantilever that which overhangs the riser if there is continuous vertical material of its total thickness, even though a part of it is substituted for the nogging, and above all, if it is built bottom up. Even when the brickwork is started building from the first floor, and in that point produces an overhang, it is not properly a cantilever, nor does it produce the effects of one, as the length is propped up and supported by the nogging

above, which itself is held up by the beams and supports of the principal structure. There being an arcade structure which holds up the noggings, and this the brickwork, it is a crude superstition to define as cantilever that which overhangs the riser of the nogging.

Square footings. In the case of buildings of brickwork the foundation was a re-creation of the supporting element because it took the same form. With steel or concrete supports the difference in size allows it to take any form, square, rectangular, triangular, circular or oblong; being of set concrete, the problem is the excavation, not the footing itself. They could even be placed crossways as square rhomboids. It is a superstition that footings have to be square and in line with the support.

Free-standing or combined footings. The theory of the free-standing footing supposes that it is surrounded by free ground for a radius of four or five times the size of its side. In everyday building footings can be found at less distance from each other, so that all of them affect one another. In particular the formulation of the seating of a free-standing footing operates as if the tensions under the footing are absorbed indefinitely, while in the case of buildings, from a depth equal to the distance between footings the tension is constant, instead adjusting itself to the formulation of the paving. Two footings side by side affect each other with forces under

the ground floor, and affect the seating much before coming into contact. In building the footings as a whole instead function more like a gigantic combined footing. Planning as if footings are free-standing in buildings when they have others close by, or thinking that the fact they are touching means that the formulation should be changed to that of combined ones is a superstition -very recent- but very definitely a superstition.

Drive bands. In structures with walls and free joists, the tying together of a structure at storey level used to depend on the existence of drive bands or chains, which were placed at the ends of the joists on top of the wall supporting them, tying in the both the nogging and the wall, bridging the whole. With the erecting of structures of supports and floors previous to the brickwork, there is never any element available where a drive band is later going to go, and the tying-in of the joists is entrusted to the reinforcement of the upper floor; the need for drive band only exists at the ends of the cantilevers. In modern concrete structures, using drive bands is a superstition. Nowadays a superstitious fashion is to cover the storey with concrete elements in all directions, even leaving the lengths of nogging totally surrounded by beams or other pieces, which are pompously called drive bands. It is not normal to find drive bands wandering around beside beams, yet on the other hand it is very usual to find them beside joists, which is clearly a superstitious practice.

