la coordinación dimensional y la industrialización de la construcción

FERNANDO AGUIRRE DE YRAOLA,
Dr. Arquitecto

sinopsis

El presente artículo trata de establecer una clara diferenciación de los conceptos fundamentales acerca de las disciplinas dimensionales. Justifica la adopción internacional del módulo básico, y expone las diferentes tendencias que existen en los procedimientos de coordinación modular. Por último, define los métodos de prefabricación cerrada y abierta.

La importancia creciente de las disciplinas dimensionales se ha puesto de manifiesto una vez más por la atención dedicada al tema en el III Congreso del Consejo Internacional de la Edificación (C.I.B.), celebrado en Copenhague. Uno de los diez grupos de ponencias llevaba por título «Normalización modular», y en el presente artículo trataremos de iniciar una síntesis de aquéllas y de los debates que tuvieron lugar.

Para no repetir los conceptos fundamentales, remitiremos al lector a la Monografía número 249, «Coordinación modular y normalización de elementos constructivos», y a las «Directrices para la coordinación dimensional», publicadas por el I.E.T.c.c. Pero establezcamos, aun a riesgo de insistir, una clara diferenciación de conceptos entre coordinación dimensional y coordinación modular, ya que frecuentemente se emplean con poca propiedad y se tergiversan los términos.

Coordinación dimensional es un sistema racional para establecer y coordinar las dimensiones y disposiciones de los elementos que intervienen en una construcción.

Coordinación modular es un sistema basado en el empleo de un módulo. Aunque la primera de ellas es mucho más flexible, es evidente que la adopción de un módulo como base de normalización de los elementos constructivos es una condición fundamental para industrializar la producción.

Los estudios que han conducido a la adopción de un módulo determinado son consecuencia de la complicación que, a través de la Historia de la Arquitectura, ha supuesto fijar una unidad de medida para el proyecto de edificios. Limitándonos a la época actual, puede decirse que los primeros trabajos serios, relativos a la coordinación modular, surgen en 1934, con el americano Bemis. En 1942 se publicó en Francia la primera norma modular nacional; en 1945 siguen unas

especificaciones editadas por la American Standards Association, y, al año siguiente aparecen otras promulgadas por la Asociación Sueca de Normalización. Los trabajos de Neufert y Le Corbusier contribuyen poderosamente a racionalizar el arte de proyectar, y en 1953 se crea la Agencia Europea de Productividad de la que nace, como secuela, el Grupo Internacional Modular (I.M.G.), el cual se convierte más tarde, en Comisión de trabajo del C.I.B.

Una de las consecuencias prácticas más trascendentales de todo este proceso ha sido fijar, internacionalmente y de un modo unánime, el módulo básico de 10 cm, sobre todo después de la última reunión de la Comisión de trabajo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (Comité de la edificación y de la planificación), porque esta dimensión es la que mejor cumple los requisitos que para la máxima flexibilidad y utilidad del módulo han exigido los expertos durante el largo proceso de estudio del tema.

Los requisitos han sido los siguientes:

- la dimensión del módulo deberá ser suficientemente grande para poder establecer una correlación conveniente entre las dimensiones modulares de los elementos y los espacios modulares de los planos;
- el módulo de base deberá ser suficientemente pequeño para que sus múltiplos correspondan a todas las dimensiones que haya que dar a los diferentes elementos de la gama industrial, y para constituir una unidad de crecimiento conveniente, de una dimensión modular a la siguiente, de modo que se puedan reducir a un mínimo las modificaciones que haya que introducir en las dimensiones de los elementos actuales para reducirlos a la dimensión modular más próxima, así como las modificaciones correlativas de los espacios previstos en los planos;
- se deberá elegir para el módulo de base una dimensión tan grande como sea posible, con el fin de reducir al mínimo la gama actual de las dimensiones industriales;
- para la comodidad de utilización, la dimensión del módulo de base debe expresarse por un número entero y hallarse en una relación numérica simple con el sistema de medidas a que se refiera;
- la dimensión del módulo de base debe ser elegida de acuerdo con todos los países que utilicen o traten de adoptar la coordinación modular; dicha dimensión deberá ser igual para todos los países.

Además del módulo básico, se han recomendado los multimódulos: $3M = 30$ cm, y $6M = 60$ centímetros, y el submódulo: $M/4 = 2,5$ cm.

En realidad, pueden apreciarse dos tendencias distintas entre los especialistas en la materia: la de los que pretenden modular exhaustivamente todos y cada uno de los elementos de la construcción, por pequeños o accesorios que sean, y los que se limitan a modular solamente las unidades constructivas que pretenden realizarse con grandes elementos prefabricados.

Los que defienden el primer sistema, entre los que destaca el grupo escandinavo, vienen a comparar la actual fase de la industrialización con una especie de era «paleoautomática», a la que habrá de seguir forzosamente una total automatización de la industria de la construcción. El presidente del Comité de trabajo del Grupo Internacional Modular, doctor Bergwall, compara esta última con la industria del automóvil, y observa que aunque, en un futuro, los edificios se normalicen mucho más que hoy día, siempre será necesaria una variedad de productos considerablemente mayor que los necesarios para los automóviles. Esto quiere decir que los elementos constructivos habrán de ser flexibles y adaptables a una gran

variedad de edificios diferentes, con muchos otros a los cuales tendrán que ensamblarse según un variado número de combinaciones, que frecuentemente no podrán ser previstas. La coordinación modular, según este criterio, coordinará aquellas dimensiones, para todos los componentes y elementos, que son importantes para su ajuste con otros, y será instrumento indispensable para la mecanización de la industria de todos los tipos de elementos constructivos.

Esta conversión de la industria hacia la producción en masa de un limitado número de variantes normalizadas supondrá indudablemente, en dicha fase «paleoautomática», una limitación rígida en la libertad del proyecto; pero, por otra parte, la diferencia de precios entre el elemento normalizado y el hecho especialmente de encargo no será tan grande que impida por completo la producción de estos especiales.

A la primera fase de la industrialización seguirá una automatización verdadera; en este período, más desarrollado, se realizarán los procesos por medio de control electrónico, desde el encargo hasta la facturación del producto, de tal manera que será posible industrializar un número casi ilimitado de medidas y acabados, que resultarán exentos de sobreprecio debido a la enorme capacidad de esos recursos electrónicos para controlar las variantes. La flexibilidad conseguida así habrá de mantenerse, sin embargo, dentro de los límites de las variaciones controladas y previstas.

En dicha era de automatización se conseguirá, pues, una gran libertad dentro de un marco de normalización; pero en ella será muy excepcional el caso de fabricarse productos no normalizados, ya que la diferencia de costo entre éstos y los normalizados será prohibitivo. La coordinación modular, como medio de la coordinación dimensional, tendrá entonces una importancia mucho mayor que en la actualidad.

Los partidarios del segundo procedimiento (entre los que destaca el C.S.T.B. de París, exponente de la técnica francesa, refrendado en la norma P 01-101) argumentan que estos elementos prefabricados modulados no se incorporarán a la edificación del mismo modo para las diversas partes constructivas. Aclaremos este concepto con un ejemplo:

Al construir un edificio a base de un sistema de muros transversales portantes con paneles de fachada encajados entre ellos, la dimensión que se habrá de modular en fachada será la dimensión de coordinación (1) entre paneles y muros, que es la distancia entre muros sin revestir. El espesor de éstos, exigido y determinado por razones de estabilidad y acústica, no será una magnitud modulada, y, como consecuencia, tampoco lo será la distancia entre ejes de muros (fig. 1).

L_D = Modular.
 L_S , L_L , e = No modulares.

L_S = Modular.
 L_D , L_L , e = No modulares.

(1) La dimensión de coordinación es la determinante para la unión de un elemento con otros, y es función, en cada caso, de la colocación en obra y de las dimensiones teóricas o nominales de los elementos, especificadas en el proyecto o en una norma dimensional.

L_S = Distancia entre ejes de elementos estructurales.
 L_D = Distancia entre paramentos interiores sin revestir.
 L_L = Distancia entre paramentos interiores revestidos.
 e = Espesor de muro.

MURO INTERIOR PORTANTE MI	
PORTICOS P	
MURO EXTERIOR PORTANTE MEp	
MURO EXTERIOR NO PORTANTE ME np	
LOSAS DE FORJADO L	
ESCALERA E	

Ejemplo de lámina de catálogo de los elementos de una serie de edificios. Los elementos marcados con un trazo grueso son los que se utilizarán para un edificio dado de la serie (prefabricación abierta).

Pero si, por el contrario, se trata de formar la fachada de un edificio con un cerramiento tipo muro-cortina para el cual la dimensión de coordinación entre los paneles y la gruesa estructura es la distancia entre ejes de los muros transversales, es esta distancia la que se habrá de modular; como el espesor de los muros es función de las razones enunciadas y, por tanto, no es susceptible de modulación, resultará que en este caso, contrariamente al anterior, la distancia entre muros sin revestir no estará modulada (fig. 2).

Los defensores de esta segunda tendencia pretenden que el primer sistema conduce a absurdos económicos, e incluso dudan de que pueda realizarse prácticamente.

Otros dos conceptos muy importantes relativos a la industrialización son los de prefabricación abierta y cerrada.

Prefabricación abierta es la que utiliza elementos fabricados en serie de distinta procedencia, que se prestan al montaje según combinaciones muy variables y, por consiguiente, intercambiables en cierto grado.

Prefabricación cerrada es la que utiliza elementos fabricados en serie, no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, que exigen una coordinación estricta en las fases de proyecto, fabricación, transporte y montaje de los elementos.

Podría pensarse que el sistema abierto, en principio, debiera ofrecer mayor ámbito para el extenso avance de la industrialización. Sin embargo, el hecho de que la industrialización basada en una prefabricación abierta haya avanzado lentamente y que el desarrollo de la producción masiva haya procedido muy raras veces de un sistema abierto, se debe seguramente a las dificultades técnicas que supone la unión de los elementos intercambiables de la prefabricación abierta. Al resolver los sistemas cerrados estas dificultades de una vez para siempre cuando realizan el tipo de edificio convierten en cierto modo innecesaria la normaliza-

ción de elementos, en el sentido de que sean intercambiables los de una patente de fabricación determinada con los de otra. La prefabricación cerrada necesitará solamente en realidad, y como condición para su desarrollo, un número suficiente de unidades idénticas que permitan una producción en serie rentable. Sin embargo, los componentes y elementos de los sistemas cerrados pueden fabricarse a base de unidades normalizadas, que resulten más económicas que las no normalizadas. En este sentido, la gradual evolución de las partes normalizadas de la industrialización cerrada se concebirá como natural y lógica aproximación hacia el desarrollo de los sistemas abiertos.

De todo lo anterior se desprende que el verdadero avance de la industrialización se basará en soluciones técnicas satisfactorias, consecuencia de un profundo estudio de las exigencias funcionales y de los problemas específicos creados por las uniones entre elementos y que conduzcan a la máxima rentabilidad y flexibilidad del sistema.

El Instituto Eduardo Torroja, desde hace varios años, trabaja en el tema de la coordinación dimensional con gran interés. El presente artículo y los que irán apareciendo en números sucesivos abordarán los puntos más importantes del desarrollo de estas investigaciones, con objeto de señalar directrices para su aplicación a las técnicas españolas de la industrialización.

4

Elemento de fachada del sistema Coignet (prefabricación cerrada).

La coordination dimensionnelle et l'industrialisation du bâtiment

Fernando Aguirre de Yraola, Dr. architecte

Cet article cherche à établir une nette différenciation des concepts fondamentaux au sujet des disciplines dimensionnelles. Il justifie l'adoption internationale du module de base et expose les différentes tendances existant dans les procédés de coordination modulaire. Finalement, il définit les méthodes de préfabrication fermée et ouverte.

Dimensional coordination and building industrialization

Fernando Aguirre de Yraola, Dr. Arch.

This article seeks to differentiate clearly the basic concepts involved in dimensional technology. It justifies the international adoption of the fundamental modulus and gives the various current tendencies in modular coordination. Finally, it defines the methods of closed and open manufacture.

Dimensionale Koordinierung und Industrialisierung des Bauwesens

Dr. Fernando Aguirre de Yraola, Architekt

Der vorliegende Artikel versucht die Grundkonzepte über die einzelnen dimensionalen Disziplinen klar von einander zu unterscheiden. Er gibt die Gründe für eine internationale Aufstellung eines Grundmoduls und führt die verschiedenen Tendenzen aus, die in den einzelnen Verfahren zur modularen Koordination bestehen. Als letztes definiert er die geschlossene und offene Vorfertigung.