

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## **Artículo 1.º Campo de aplicación de la Instrucción y consideraciones previas**

La presente Instrucción es aplicable a las estructuras y elementos de acero estructural de edificios y obras de ingeniería civil

Expresamente se excluyen del campo de aplicación de esta Instrucción:

- las estructuras realizadas con aceros especiales tales como los aceros de alto límite elástico, superior a  $460 \text{ N/mm}^2$ , salvo en elementos de unión (tornillos, bulones, etc.), y los aceros provenientes de aleaciones especiales como el acero inoxidable;
- los elementos estructurales mixtos de acero estructural y hormigón y, en general, las estructuras mixtas de acero y otro material de distinta naturaleza, con función resistente; y
- los elementos estructurales de hormigón que forman parte de una estructura metálica de acero, como por ejemplo, forjados, núcleos y muros. Dichos elementos deberán ser dimensionados y comprobados de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) y en la Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE).

En el caso de que la estructura de acero se pretense con armaduras activas, todo aquello que concierna al pretensado, en lo que se refiere a bases de proyecto, análisis estructural, dimensionamiento y comprobación, ejecución y control, se llevará a cabo de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE.

Para obras especiales, esta Instrucción será complemento de las reglamentaciones específicas aplicables a las mismas, y de no existir estas últimas, será de aplicación adoptándose las medidas o disposiciones derivadas de las características particulares de la propia obra y de su utilización.

Esta Instrucción supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su campo de aplicación serán llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, se da por supuesto que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido construidas y serán adecuadamente conservadas.

El Autor del Proyecto y la Dirección de la Obra están obligados a conocer y tener en cuenta las prescripciones de la presente Instrucción, pero, en uso de sus atribuciones, pueden, bajo su personal responsabilidad y previa justificación de que no se reducen los niveles de prestaciones, emplear sistemas de cálculo, disposiciones constructivas, etc., diferentes.

### **Comentarios**

En obras especiales, tales como algunas estructuras industriales, pórticos grúa, etc., se adoptarán las medidas derivadas de las características de la propia obra y de su utilización. Tales medidas pueden requerir una juiciosa adaptación de los preceptos de esta Instrucción al tipo de obra correspondiente.

Los elementos estructurales mixtos exigen el empleo de técnicas especiales y métodos de cálculo específicos, por lo que no se incluyen en el campo de aplicación de esta Instrucción.

La posibilidad, admitida en el articulado, de que el Autor del Proyecto y la Dirección de la Obra puedan adoptar criterios distintos a los establecidos en la Instrucción tiene, entre otras finalidades, la de no detener el avance de la tecnología del acero y permitir la adaptación de la obra a circunstancias y condicionantes de carácter local.

No obstante lo anterior, la utilización de criterios alternativos a los fijados en la Instrucción debe contemplarse con especial prudencia y las debidas precauciones, cuidándose, especialmente, la compatibilidad y coherencia de los mismos, sin utilizarse nunca mezclas especificaciones de origen diverso (incluso las de la UNE EN 1993-1-1) que puedan dar lugar a situaciones de menor nivel de seguridad que las previstas en esta Instrucción.

### **1.1. Exigencias administrativas**

En el ámbito de esta Instrucción sólo podrán utilizarse los productos de construcción (aceros, productos de acero, etc.) legalmente comercializados en países que sean miembros de la Unión Europea o bien que sean parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

En aplicación de dichas disposiciones, los productos utilizados en el ámbito de esta Instrucción deberán estar en posesión del marcado "CE". Por ello, deberán disponer del correspondiente certificado de conformidad "CE", expedido por un organismo notificado, conforme con los términos establecidos en el Anejo ZA de las respectivas normas armonizadas UNE-EN que les sean de aplicación. Además, el fabricante deberá elaborar una declaración de conformidad "CE" en los términos indicados también en el citado anejo.

## **Artículo 2.º                      Definiciones**

Los términos y vocablos utilizados en esta Instrucción tienen el significado normalmente asignado en el ámbito del acero estructural. En cualquier caso, en general, éstos se definen cuando aparecen por primera vez dentro de la Instrucción.

### **Artículo 3.º**                      **Unidades, convención de signos y notación**

Las unidades adoptadas en la presente Instrucción corresponden a las del Sistema Internacional de Unidades de Medidas, S.I.

En el Anejo n.º 1 se incluye la notación más frecuentemente utilizada en esta Instrucción.

#### **Comentarios**

El sistema de unidades mencionado en el Artículo 3º es el *Sistema Internacional de Unidades de Medida, S.I.* declarado de uso legal en España, por el Real Decreto 1317/1989 de 27 de octubre, modificado por el Real Decreto 1737/1997 de 20 de noviembre.

Las unidades prácticas en el sistema S.I. son las siguientes:

Para resistencias y tensiones:	$\text{N/mm}^2 = \text{MN/m}^2 = \text{MPa}$
Para fuerzas:	kN
Para fuerzas por unidad de longitud:	kN/m
Para fuerzas por unidad de superficie:	$\text{kN/m}^2$
Para fuerzas por unidad de volumen:	$\text{kN/m}^3$
Para momentos:	m·kN

La correspondencia entre las unidades del Sistema Internacional S.I. y las del sistema Metro - Kilopondio - Segundo es la siguiente:

a) Newton - kilopondio

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ Kp} \approx 0,1 \text{ Kp}$$

e inversamente

$$1 \text{ Kp} = 9,8 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$$

b) Newton por milímetro cuadrado - kilopondio por centímetro cuadrado

$$1 \text{ N/mm}^2 = 10,2 \text{ Kp/cm}^2 \approx 10 \text{ Kp/cm}^2$$

e inversamente

$$1 \text{ Kp/cm}^2 = 0,098 \text{ N/mm}^2 \approx 0,1 \text{ N/mm}^2$$

La convención de signos utilizada para ejes principales de inercia y para cargas y esfuerzos es la siguiente:

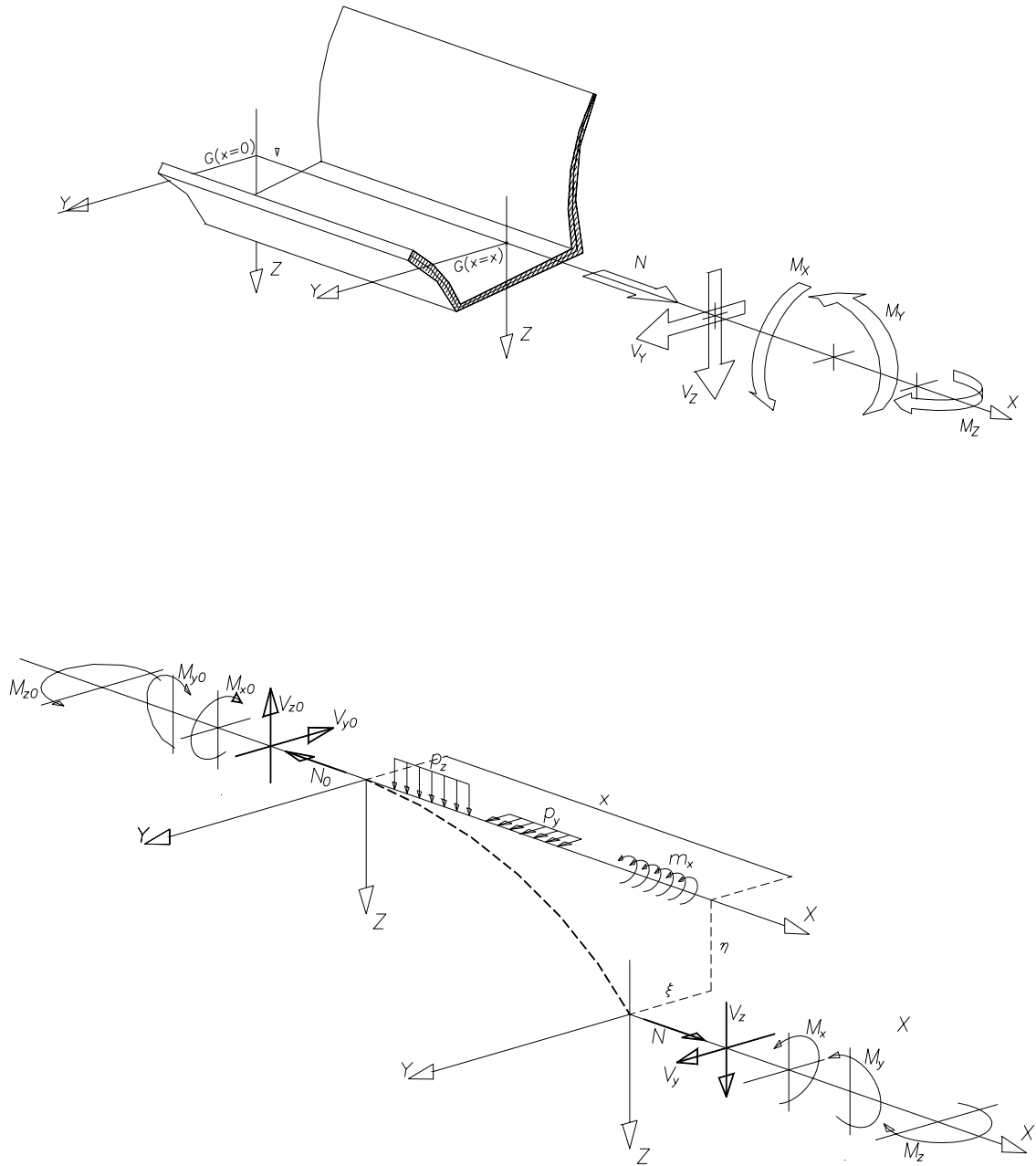


Figura 3.a Convención de signos para ejes principales de inercia y esfuerzos

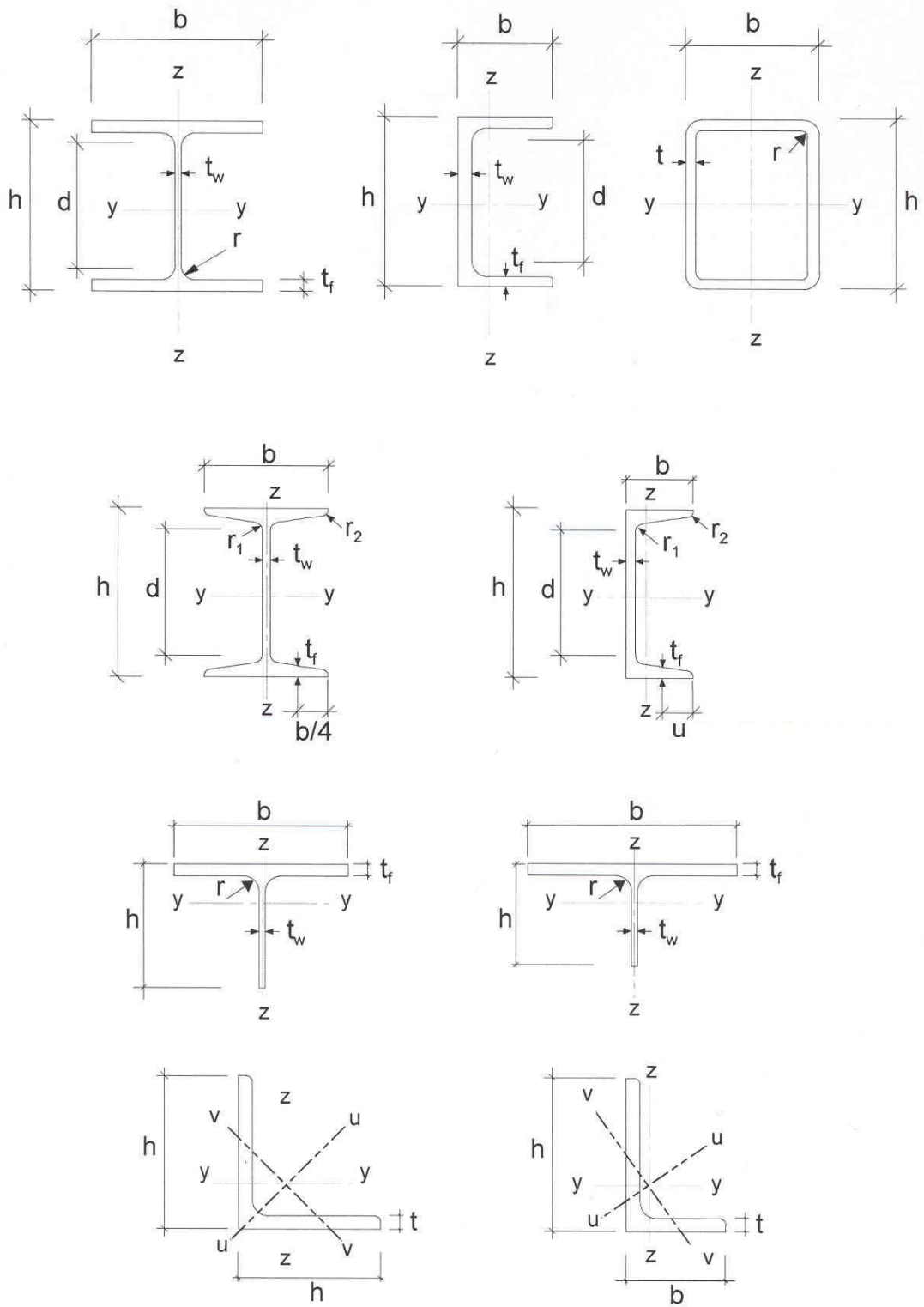


Figura 3.b Dimensiones y ejes principales de inercia de secciones transversales

## **Artículo 4.º Documentos del proyecto**

### **4.1. Generalidades**

En las obras que contraten o ejecuten las Administraciones Públicas se estará a lo dispuesto en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en el Reglamento General de Contratación del Estado y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de obras del Estado, vigentes.

Todo Proyecto comprenderá:

- Una Memoria en la que se describa el objeto de las obras, recoja los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, y detalle los factores de todo orden a tener en cuenta.
- Los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución.
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista.
- Un estudio geotécnico de los terrenos sobre los que la obra se va a ejecutar, salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de la obra.
- Un presupuesto, integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración.
- Un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo con previsión, en su caso, de plazo y coste.
- Las referencias de todo tipo en que se fundamentará el replanteo de la obra.
- Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario.

En todo caso, los distintos documentos que en su conjunto constituyan un Anteproyecto, Estudio o Proyecto de cualquier clase deberán estar definidos en forma tal que otro facultativo competente distinto del autor de aquéllos, los pueda interpretar y dirigir, con arreglo a los mismos.

### **Comentarios**

La calidad de la obra depende en primer lugar de la calidad del Proyecto. Por ello, se recomienda que éste sea supervisado por un técnico distinto del autor que lo realizó.

En el caso de estructuras de edificación la organización de los documentos del proyecto deberá ser conforme a lo establecido al afecto en el Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD XXXX, de XX de XX de 20XX.

### **4.2. Memoria**

#### **4.2.1. Normas generales**

Serán factores que habrá que considerar en la Memoria los sociales, económicos, estéticos y de impacto ambiental. Se presentarán asimismo la justificación de la solución adoptada, en sus aspectos técnico y económico, así como las características de todas y

cada una de las obras proyectadas. Se indicarán en ella los datos previos, el tipo de ambiente, métodos de cálculo, características previstas de los materiales y modalidades de control previstas, cuyos detalles y desarrollo podrán incluirse en anejos especiales.

También figurarán en anejos el estudio del terreno de cimentación y los ensayos que en su caso se hayan realizado sobre el mismo, la justificación del cálculo, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas, los precios adoptados, el presupuesto de las obras y el importe previsible de las expropiaciones necesarias y de restablecimiento de servicios y servidumbres afectados, en su caso.

#### **4.2.2. Anejo de Cálculo**

En la Memoria de todo Proyecto deberá figurar un Anejo de Cálculo, en donde se justifique razonadamente, con arreglo a las normas prescritas en esta Instrucción, el cumplimiento de las condiciones que se exigen a la estructura en su conjunto y a cada una de las partes en que puede suponerse dividida, considerando todas las fases de ejecución por las que atraviesa la estructura, con objeto de garantizar la seguridad y el buen servicio de la misma.

Su contenido y presentación deben ser tales que los cálculos puedan reproducirse por terceros. A tal efecto se incluirán:

- Breve descripción y síntesis del Anejo de Cálculo, en donde quede reflejado de manera precisa el proceso de cálculo seguido, para facilitar su entendimiento por parte de facultativos competentes distintos al autor.
- Las simplificaciones efectuadas sobre la estructura real para transformarla en una ideal de cálculo, que se describirá detalladamente, indicando el tipo estructural adoptado para el conjunto y sus partes, incluyendo dimensiones, características mecánicas de las secciones necesarias, tipos de uniones en los nudos y condiciones de sustentación.
- Las indicaciones necesarias para identificar el elemento que se calcula mediante las oportunas referencias a los planos o a los croquis suplementarios.
- El tipo, o tipos, de acero con sus características resistentes y de deformación
- Características resistentes y de deformación supuestas para el terreno que sustenta la estructura.
- Las acciones consideradas, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad tenidos en cuenta en cada caso.
- El análisis efectuado. En particular, se precisará si es estático o dinámico, lineal o no lineal, elástico o plástico, así como el tipo de discretización adoptada para la estructura (barras, elementos finitos, bandas finitas, etc.).
- Todos aquellos cálculos que, de acuerdo con los principios generales establecidos en el Título 1º *Bases de proyecto* de esta Instrucción, hayan sido necesarios para el dimensionamiento y comprobación de la estructura en su conjunto, y de todos y cada uno de los elementos resistentes que la constituyen.

Cuando no se utilice la notación de esta Instrucción, se darán las equivalencias entre los símbolos empleados y los definidos en la misma. Si no es posible dar esta equivalencia se definirán detalladamente dichos símbolos.

#### **Comentarios**

Se recomienda utilizar dibujos, siempre que sea conveniente, para aclarar la descripción de la estructura.

### **4.2.3. Cálculos con ordenador**

#### **4.2.3.1. Utilización de programas**

Cuando se efectúen cálculos con ayuda de ordenador, el Anejo de Cálculo se complementará con apartados específicos que contengan las diferentes etapas resueltas con programas distintos, debiendo dichos apartados constituir unidades completas y ordenadas.

De cada programa utilizado se indicará su identificación, su objeto y su campo de aplicación.

#### **Comentarios**

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.

No es aconsejable el uso de programas sin contar con una documentación de los mismos, que defina como mínimo:

- a) Título, versión y fecha de la misma.
- b) Nombre y titulación del autor o autores.
- c) Nombre y razón social de la organización distribuidora.
- d) Ejemplos de estructuras resueltas.

Es importante contar con una asistencia técnica por parte del autor o del distribuidor del programa que garantice la eliminación de errores o defectos de funcionamiento.

#### **4.2.3.2. Presentación de datos y resultados**

El listado de datos contendrá tanto los datos introducidos por el proyectista como los generados por el programa, de forma que queden definidas todas las características consideradas, debiendo contener indicaciones concretas sobre notación, unidades y criterios de signos de las magnitudes utilizadas.

El listado de salida definirá los resultados necesarios para justificar adecuadamente la solución obtenida.

#### **Comentarios**

Es conveniente que, para la descripción de datos y resultados, se incluyan dibujos y gráficos que faciliten su comprensión y contraste.

Es conveniente que todos los listados de resultados en forma tabular, lleven en su encabezamiento la notación y unidades para cada magnitud considerada, y que el mismo encabezamiento se repita en cada página distinta.

### **4.3. Planos**

Los planos deberán ser suficientemente descriptivos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrán deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller y las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes.

Las dimensiones en todos los planos se acotarán en milímetros (mm). Alternativamente, en el caso de dimensiones especialmente grandes, por ejemplo luces de puentes, éstas podrán acotarse en metros (m), con tres cifras decimales, indicando la unidad empleada.

Deberán poder efectuarse, salvo en casos especiales, las mediciones de todos los elementos sin utilizar más dimensiones que las acotadas. En particular, deberán poder deducirse directamente de los planos todas las dimensiones geométricas de los elementos estructurales, mediante las oportunas notas o especificaciones complementarias que los definan inequívocamente.

Contendrán todos los detalles necesarios y, en particular, los detalles de los dispositivos especiales, tales como los de apoyo o de uniones.

Igualmente, cuando proceda, se harán indicaciones sobre las contraflechas que convenga establecer de acuerdo con el proceso de ejecución propuesto.

En cada plano de la estructura figurará un cuadro con los tipos de los aceros (de acuerdo con el Artículo 27º), y las propiedades específicas para los mismos. Asimismo, figurarán los coeficientes de seguridad adoptados para el cálculo, así como las modalidades de control previstas.

### **Comentarios**

Las prescripciones acerca de la unidad en que deben expresarse las cotas, tienden a facilitar la rápida comprensión de los planos, así como a simplificar el trabajo de delineación, ya que permiten prescindir de las indicaciones m, cm, mm, etc.

Cuando se deba acotar un número exacto de metros deberá escribirse, de acuerdo con lo prescrito en el apartado que se comenta, la cifra correspondiente seguida de coma y tres ceros.

### **4.4. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**

A los efectos de regular la ejecución de las obras, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá consignar, expresamente o por referencia a Instrucciones, Reglamentos o Normas, las características que hayan de reunir los materiales y las distintas unidades de obra, las modalidades de control especificadas para los materiales y la ejecución y, en su caso, las tolerancias dimensionales de los elementos acabados. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares también incluirá la clasificación de los elementos de la estructura, según su ejecución; de acuerdo con lo recogido en el apartado 5.2. En ningún caso contendrán estos Pliegos declaraciones o cláusulas de carácter económico que deban figurar en el Pliego de Cláusulas Administrativas. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá, específicamente, los siguientes datos relativos a los materiales que habrán de utilizarse en obra:

- Tipos de acero, para elementos estructurales y medios de unión.
- En su caso, materiales para elementos de apoyo.

Si, como es frecuente, para una misma obra se prevén distintos tipos de un mismo material, se detallarán separadamente cada uno de ellos, indicándose las zonas en que habrán de ser empleados.

Cuando para un material se exijan características especiales cuya determinación haya de hacerse mediante métodos de ensayo no incluidos en la normativa existente, el Pliego deberá fijar, de un modo concreto, los valores que deban alcanzar dichas características y los procedimientos de ensayo que hayan de seguirse para medirlos.

Cuando el proceso de ejecución de la obra requiera condiciones especiales, éstas deberán detallarse al máximo, indicándose entre ellas:

- disposición de apeos, cuando no sean los usuales;
- sistemas de arriostramiento provisional;
- proceso de desapeo y de puesta en carga;
- tolerancias dimensionales, cuando éstas sean más estrictas que las recogidas en el Artículo 80º.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares exigirá, cuando se estime oportuno, que en el lugar adecuado de la obra se coloque una placa que indique el valor máximo de la carga para el cual se propone la utilización de la estructura. La colocación de la citada placa puede resultar oportuna en obras en las que convenga llamar la atención del usuario sobre la magnitud de las cargas.

Igualmente detallará las formas de medición y valoración de las distintas unidades de obra y las de abono de las partidas alzadas, establecerá el plazo de garantía y especificará las normas y pruebas previstas para las recepciones.

## **Comentarios**

En cuanto a las prescripciones técnicas de ejecución bastará, normalmente, con hacer referencia a los correspondientes artículos de esta Instrucción, completándolos cuando sea necesario con aquellas condiciones particulares que se estime oportuno establecer.

Las tolerancias dimensionales deberán ser compatibles con las condiciones de ejecución previstas.

## **4.5. Presupuesto**

El Presupuesto puede estar integrado por varios presupuestos parciales, incluyendo los precios unitarios descompuestos, las mediciones y los detalles precisos para su valoración.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, tanto de fabricación como de montaje, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra o en taller según sea aplicable, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- El transporte de la estructura fabricada a obra, en su caso.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, o de su alquiler, y de las instalaciones utilizadas para la ejecución de la obra.
- La protección superficial de la estructura.

Se considerarán costes indirectos los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para los obreros, laboratorios, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra, y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que figuran en el Presupuesto, valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico Autor del Proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su posible plazo de ejecución.

En particular deberá figurar de forma explícita el coste del control de calidad externo, obtenido de acuerdo con las modalidades adoptadas para el mismo.

Se denominará Presupuesto de Ejecución Material el resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario, y de las partidas alzadas.

En el caso de obras de la Administración General del Estado o de sus Organismos Autónomos, se tendrán en cuenta, además, las normas complementarias de aplicación al cálculo de los precios unitarios que para los distintos Proyectos elaborados por sus servicios haya dictado cada Departamento Ministerial.

## **Comentarios**

Se recomienda realizar las mediciones expresando los productos de acero en kilogramos y en la unidad que convenga las uniones y los elementos de apoyo. La medición de los elementos de unión y de la protección superficial puede plantearse indirectamente a través de la medición de los productos de acero.

Siempre que la legislación aplicable lo permita, se recomienda que el coste del control de calidad externo (de proyecto, materiales y ejecución) figure separadamente en el Presupuesto, que la selección de la entidad de control de calidad se efectúe con el acuerdo del Director de Obra y que el abono del control no se efectúe a través del Constructor.

## **4.6. Programa de trabajo**

El programa de trabajo especificará los plazos en los que deberán ser ejecutadas las distintas partes fundamentales en que pueda descomponerse la obra, determinándose los importes que corresponderá abonar al término de cada uno de aquellos.

## **4.7. Modificaciones del proyecto**

En los casos en que el Proyecto experimente modificaciones a lo largo de la ejecución de la obra, se rectificarán convenientemente y antes de su ejecución, cuantas veces sea necesario, los cálculos, planos y demás documentos afectados por esas modificaciones, de tal manera que la obra terminada resulte exactamente definida en los

documentos rectificadores finales. Además, y para evitar confusiones, se cancelarán todos los documentos que hayan resultado modificados.

### **Comentarios**

Siempre que se haga una modificación sobre un plano, deberá estamparse la mención ANULADO en las copias anteriores, anotando en el plano rectificado la fecha de su expedición y la referencia del mismo.

Se conservará una copia, al menos, de cada uno de los sucesivos planos; pero en obra, para evitar confusiones, se retirarán o, mejor aún, se destruirán las copias afectadas por la modificación y que quedan sustituidas por los planos rectificados.

### **4.8. Aplicación preferente de la legislación de contratos de las Administraciones Públicas**

En caso de presentarse cualquier conflicto o dificultad motivado por diferencias o posibles discrepancias entre la vigente legislación de contratos de las Administraciones Públicas y el contenido de la presente Instrucción, en lo que se refiere a este Capítulo que puedan dar lugar a interpretaciones distintas o a colisión de disposiciones, se entenderá que prevalece siempre la referida legislación de contratos.

### **4.9. Documentación final de la obra**

La Dirección de Obra entregará a la Propiedad, en el momento de finalizar aquella, al menos, la siguiente documentación: una memoria que recoja las posibles modificaciones del proyecto y las incidencias principales de su ejecución, una colección de planos, incluyendo los planos de taller, que reflejen el estado final de la obra tal como ha sido construida así como una demostración documental de que se han cumplido las especificaciones que se prescriben en el Título 7º *Control* de esta Instrucción.