

# **STEEL BUILDINGS IN EUROPE**

**Edificios de acero de una sola  
planta**

**Parte 10: Guía de prescripciones  
técnicas del proyecto**



# **Edificios de acero de una sola planta**

## **Parte 10: Guía de prescripciones técnicas del proyecto**



## PRÓLOGO

Esta publicación es la parte 10 de la guía de diseño *Edificios de acero de una sola planta* (en inglés, *Single-Storey Steel Buildings*).

Las 11 Partes en que se divide la guía *Edificios de Acero de una sola planta* son:

- Parte 1: Guía del arquitecto
- Parte 2: Diseño conceptual
- Parte 3: Acciones
- Parte 4: Diseño de detalle de pórticos de naves
- Parte 5: Diseño detallado de celosías
- Parte 6: Diseño detallado de pilares compuestos
- Parte 7: Ingeniería de fuego
- Parte 8: Cerramiento
- Parte 9: Introducción a herramientas informáticas
- Parte 10: Guía de prescripciones técnicas del proyecto
- Parte 11: Uniones resistentes a momentos

*Edificios de acero de una sola planta*, es una de las dos guías de diseño publicadas. La segunda guía se titula *Edificios de acero de varias plantas* (en inglés, *Multi-Storey Steel Buildings*).

Ambas guías han sido editadas dentro del marco del proyecto europeo: *Facilitating the market development for sections in industrial halls and low rise buildings (SECHALO) RFS2-CT-2008-0030*.

Ambas guías de diseño han sido redactadas y editadas bajo la dirección de ArcelorMittal, Peiner Träger y Corus. El contenido técnico ha sido elaborado por CTICM y SCI, colaboradores de Steel Alliance.



## Índice

	<b>Página Nº</b>
PRÓLOGO	iii
RESUMEN	vii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Alcance	2
2 NORMAS DE REFERENCIA	4
3 BASES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	10
3.1 Suposiciones generales según la EN 1990	10
4 ACCIONES EN ESTRUCTURAS	12
4.1 Peso propio y sobrecargas de uso en edificios	12
4.2 Cargas de nieve	12
4.3 Cargas de viento	13
4.4 Acciones térmicas	13
4.5 Acciones durante la ejecución	14
4.6 Acciones accidentales	16
4.7 Acciones generadas por grúas	17
4.8 Acciones sísmicas	18
5 EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE ACERO	20
5.1 Reglas para edificios de una sola planta – EN 1993-1-1	20
5.2 Reglas adicionales para placas de acero – EN 1993-1-3	21
5.3 Cálculo de chapas – EN 1993-1-5	21
5.4 Cálculo de uniones – EN 1993-1-8	22
5.5 Fatiga - EN 1993-1-9	22
5.6 EN 1993-1-10 – Tenacidad de fractura y resistencia transversal	23
5.7 EN 1993-6 – Vigas carril	23
6 ESPECIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN	25
6.1 Aspectos generales	25
6.2 Clases de ejecución	25
6.3 Grados de preparación	25
6.4 Tolerancias geométricas	25
7 COMPONENTES	27
7.1 Identificación, documentos de inspección y trazabilidad	27
7.2 Productos de acero estructural	27
7.3 Consumibles de soldadura	27
7.4 Elementos de fijación	28
7.5 Materiales utilizados en las lechadas	28
8 PREPARACIÓN Y MONTAJE	29
8.1 Identificación	29
8.2 Manipulación y almacenamiento	29
8.3 Corte	29
8.4 Conformado	29
8.5 Perforado	30
8.6 Montaje	30
9 SOLDADURA	31
9.1 Aspectos generales	31
9.2 Cualificación de los procesos de soldadura	31

*Parte 10: Guía de prescripciones técnicas del proyecto*

9.3	Máquinas de soldadura y soldadores	31
9.4	Coordinación de los trabajos de soldadura	31
9.5	Preparación y ejecución de la soldadura	32
9.6	Criterios de aceptación	33
10	ELEMENTOS DE FIJACIÓN	34
11	MONTAJE	35
12	DOCUMENTACIÓN DEL CONSTRUCTOR	39
13	INTERFASES DE LA ESTRUCTURA DE ACERO	40
13.1	Interfases con superficies de hormigón	40
13.2	Interfase con construcciones adyacentes	41
Apéndice A	PLANTILLA PARA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	43



## **RESUMEN**

En esta guía se presentan las Especificaciones para el modelo de construcción que deben ser empleadas en documentos contractuales para el típico proyecto de construcción de edificios de una sola planta. Sus objetivos principales son conseguir una mayor uniformidad en los documentos contractuales en Europa y proporcionar una guía para la especificación de las normas apropiadas para el cálculo, la fabricación y el montaje de estructuras de acero para edificios

Trata sobre construcciones de acero diseñadas según las partes aplicables de las Normas del Eurocódigo, ejecutadas en conformidad con lo estipulado en la norma EN 1990. Todas las Secciones relevantes del modelo de especificaciones se incluyen en un anexo que puede ser directamente copiado y usado en los pliegos, junto con cualquier otra información adicional que resulte necesaria en un proyecto en particular



# 1 INTRODUCCIÓN

En esta guía se presentan las Especificaciones para el modelo de construcción que deben ser empleadas en documentos contractuales para el típico proyecto de construcción de **edificios de una sola planta**. Sus principales objetivos son:

- Conseguir una mayor uniformidad en las especificaciones de contratos de construcciones de acero en Europa.
- Proporcionar una guía para las especificaciones de las normas apropiadas para el cálculo, la fabricación y el montaje de estructuras de acero para edificios.

Es imprescindible que el proyectista y el contratista de las construcciones de acero reciban, a tiempo, toda la información necesaria para la ejecución del contrato. Estas Especificaciones para el modelo de construcción orientan sobre los puntos y la información que debe incluirse en la Especificación de un proyecto.

Los Estados Miembro de la UE y de la AELC (también conocida por sus siglas en inglés *EFTA - European Free Trade Area*) consideran los Eurocódigos como documentos de referencia para los siguientes fines:

- Como un medio para comprobar el cumplimiento en las obras de construcción e ingeniería civil de los requisitos esenciales de la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE de 21 de diciembre de 1988 (enmendada por la Directiva 93/68/CEE de 22 de Julio de 1993), particularmente del Requisito Esencial No. 1 – Resistencia mecánica y estabilidad - y del Requisito Esencial No. 2 – Seguridad en caso de incendio
- Como una base para especificar los pliegos de condiciones para obras de construcción y los correspondientes servicios de ingeniería
- Como un marco para redactar especificaciones técnicas armonizadas de los productos de construcción (ENs y DITEs).

Dado que los Eurocódigos se refieren a las obras de construcción en si, guardan una relación directa con los Documentos Interpretativos mencionados en el Artículo 12 de la Directiva de Productos de Construcción, si bien son de una naturaleza diferente a la de las normas armonizadas de producto de construcción. Es necesario que las especificaciones técnicas armonizadas para productos de construcción y la reglamentación técnica de las obras sean coherentes entre si.

La industria de la construcción en acero en Europa tendrá que hacer uso de productos con el mercado CE. El rendimiento de estos productos puede ser establecido con referencia a los requisitos que figuran en:

- Las Normas europeas armonizadas como las normas EN 10025 y EN 1090. La Parte 1 de estas Normas (es decir EN 10025-1 y EN 1090-1 respectivamente) incluyen un Anexo ZA especial referente al mercado CE.
- Un Documento de Idoneidad Técnica Europea. (DITE).

El Mercado CE en los productos de acero en conformidad con lo estipulado en la EN 10025 ha sido obligatorio desde 2006. De acuerdo con la EN 1090 el uso de productos con el Mercado CE será obligatorio desde el primer semestre de 2011 en la mayoría de los países europeos. Y al ser publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, la norma entrará en su fase de aplicación

En la EN 1090-1, para algunos tipos de productos de construcción en particular (por ejemplo la arquitectura modular), se hace referencia a los Eurocódigos. En este caso, debe mencionarse cuales son los Parámetros Nacionales que se han tenido en cuenta.

Mucha de la información contenida en estas Especificaciones para el modelo de construcción se basa en estas Normas, pero de ello no ha de concluirse que el contenido detallado de las normas carezca de relevancia.

A lo largo de estas Especificaciones para el modelo de construcción se hace referencia a las partes relevantes de las Normas Europeas

## 1.1 Alcance

Estas Especificaciones para el modelo de construcción tratan sobre estructuras de acero diseñadas según la normativa de los Eurocódigos y de la EN 1090

Puede emplearse para toda clase de **edificios de una sola planta** concebidos para carga estática, incluyéndose los casos en los que los efectos dinámicos se evalúan empleando cargas cuasi estáticas y coeficientes de amplificación dinámica, incluyendo acciones del viento y acciones inducidas por montacargas y grúas y puente-grúa

Su uso no abarca la construcción de estructuras de carga dinámica.

Estas Especificaciones para el modelo de construcción se refieren únicamente a la construcción de estructuras de acero elaboradas con productos de acero de laminado en caliente. No se refiere a la construcción de estructuras de acero elaboradas con acero conformado en frío (únicamente se contemplan los revestimientos de chapas de acero laminadas en frío y los revestimientos de acero pretensado laminado en frío usados como un diafragma estructural), perfiles tubulares, perfiles en U, tubos y productos de acero inoxidable.

Estas Especificaciones para el modelo de construcción deberían incluirse en los contratos de construcciones de acero mediante una Especificación de Proyecto, cuyo contenido se halla detallado en el Anexo A de este documento y completado con la relevante información del proyecto. La Especificación del Proyecto debería contener también cualquier información adicional o modificación que pudiera ser requerida por el Reglamento Nacional de Edificaciones de Acero o por el Cliente, para un contrato particular si el comportamiento u otros aspectos de la estructura resultaran poco ortodoxos

Los pliegos de condiciones (que contienen planos de cálculo arquitectónico y/o estructural, especificaciones y anejos) varían considerablemente en complejidad y el carácter más o menos completo de la información que facilitan. Sin embargo el proyectista, el fabricante de los perfiles y el

constructor deben poder confiar en la exactitud del pliego de condiciones, a fin de poder hacer ofertas adecuadas y completas al Cliente. Este permite asimismo la preparación de los planos de la disposición general y los planos de taller y de montaje, el pedido de los materiales y la fabricación y montaje oportunos de los elementos constructivos.

Los requisitos críticos que sean necesarios para proteger el interés del Cliente, que afecten a la integridad de la estructura o que sean necesarios para el proyectista, el fabricante de los perfiles y el constructor a la hora de realizar su trabajo, deben figurar en el pliego de condiciones. Los siguientes son ejemplos orientativos de información crítica:

- Especificaciones de las normativas y códigos que determinan el cálculo y construcción de estructuras de acero, incluyendo el atornillado y la soldadura.
- Especificaciones de materiales
- Configuración de las uniones soldadas y cualificación del procedimiento de soldadura.
- Requisitos referentes a la preparación de la superficie y a la pintura del taller.
- Requisitos referentes a la inspección del taller y del terreno.
- Requisitos de ensayos no destructivos (END), incluyendo los criterios de aceptación, cuando requerido.
- Requisitos específicos referentes a la entrega y limitaciones específicas al montaje

## 2 NORMAS DE REFERENCIA

Las Normas Europeas incorporan, mediante referencias las disposiciones de otras publicaciones. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto y las publicaciones se enumeran en las Tablas 2.1 a 2.3.

**Tabla 2.1 Ingeniería de cálculo y estructural**

	Titulo
EN 1990:2002	Bases de cálculo estructural
EN 1991-1-1:2003	Acciones en estructuras – Parte 1-1: Acciones generales – Densidades, pesos propios, sobrecargas de uso en edificios
EN 1991-1-2:2002	Acciones en estructuras – Parte 1-2: Acciones generales – Acciones en estructuras expuestas al fuego
EN 1991-1-3:2003	Acciones en estructuras – Parte 1-3: Acciones generales – Cargas de nieve
EN 1991-1-4:2005	Acciones en estructuras – Parte 1-4: Acciones generales – Cargas de viento
EN 1991-1-5:2003	Acciones en estructuras – Parte 1-5: Acciones generales – Acciones térmicas
EN 1991-1-6:2005	Acciones en estructuras – Parte 1-6: Acciones generales – Acciones durante la ejecución
EN 1991-1-7:2006	Acciones en estructuras – Parte 1-7: Acciones generales – Acciones accidentales
EN 1991-3:2006	Acciones en estructuras – Parte 3: Acciones generadas por grúas y maquinaria
EN 1993-1-1:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1-1. Reglas generales y reglas para edificios
EN 1993-1-2:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 2: Reglas generales – Cálculo estructural contra incendios
EN 1993-1-3:2006	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 3: Reglas generales – Reglas adicionales para elementos conformados en frío y chapas de acero
EN 1993-1-4:2006	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 4: Reglas generales – Reglas adicionales para aceros inoxidables
EN 1993-1-5:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 5: Estructuras de Placas Planas sin Cargas Transversales
EN 1993-1-8:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 8: Cálculo de uniones
EN 1993-1-9:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1- 9: Fatiga
EN 1993-1-10:2005	Proyecto de estructuras de acero – Parte 1-10: Tenacidad de fractura y resistencia transversal
EN 1993-6:2007	Proyecto de estructuras de acero - Parte 6. Vigas carril
EN 1998-1:2004	Proyecto de estructuras sismorresistentes - Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificios

En cada país europeo cada parte del Eurocódigo se aplica con su Anexo Nacional, cuando este exista

**Tabla 2.2 Ejecución, construcción y montaje**

Título	
EN 1090-1:2009	Ejecución de estructuras de acero y aluminio Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los elementos estructurales.
EN 1090-2:2008	Ejecución de estructuras de acero y aluminio Parte 2: Requisitos técnicos de las estructuras de acero
EN ISO 12944	Pinturas y barnices – Sistemas de pintura protectora de estructuras de acero contra la corrosión
EN 1461	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados ferrosos - especificaciones y métodos de pruebas
EN ISO 17659:2004	Soldadura - Términos multilingües sobre uniones soldadas con ilustraciones
EN ISO 14555:1998	Soldadura – Soldeo por arco de de materiales metálicos
EN ISO 13918:1998	Soldadura – Puntales para soldadura al arco
EN ISO 15609-1:2004	Especificación y cualificación de procedimientos de soldadura para materiales metálicos – Parte 1: Especificación del procedimiento de soldadura para soldadura por arco de aceros
EN ISO 15614-1:2004	Especificación y cualificación de procedimientos de soldadura para materiales metálicos – Prueba del procedimiento de soldadura – Parte 1: Soldadura por arco y con soplete de aceros y soldeo por arco de níquel y aleaciones de níquel
EN 1011-1:1998	Soldadura – Recomendaciones para la soldadura de materiales metálicos Parte 1: Orientación sobre soldadura por arco
EN 1011-2:2001	Soldadura – Recomendaciones para la soldadura de materiales metálicos Parte 2: Soldeo por arco de los aceros ferríticos
EN ISO 25817:2003	Uniones de acero soldadas por arco – Orientación sobre los niveles de calidad de los defectos
ISO 286-2:1988	Sistema ISO de límites y ajustes – Parte 2: Tablas de grados de tolerancia normativos y límites de las desviaciones para orificios y ejes

**Tabla 2.3 Productos**

	Title
EN 10025-1:2004	Productos laminados en caliente de acero para estructuras - Parte 1: Condiciones generales de suministro.
EN 10025-2:2004	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras - Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
EN 10025-3:2004	Productos laminados en caliente de acero para estructuras - Parte 3: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino en la condición de normalizado/laminado de normalización
EN 10025-4:2004	Productos laminados en caliente de acero para estructuras - Parte 4: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino laminados termomecánicamente
EN 10025-5:2004	Productos laminados en caliente de acero para estructuras - Parte 5: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica
EN 10025-6:2004	Productos laminados en caliente de acero para estructuras - Parte 6: Condiciones técnicas de suministro de los productos planos de aceros estructurales de alto límite elástico en la condición de templado y revenido.
EN 10164:2004	Aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie del producto - Condiciones técnicas de suministro.
EN 10210-1:2006	Perfiles tubulares para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro
EN 10219-1:2006	Perfiles tubulares para construcción conformados en frío. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro
EN 10029:1991	Chapas de acero laminadas en caliente, de espesor igual o superior a 3 mm - Tolerancias dimensionales sobre la forma y sobre la masa
EN 10034:1993	Perfiles en I y H de acero estructural - Tolerancias dimensionales y de forma
EN 10051:1991	Chapas, bandas y flejes laminados en caliente en continuo, de acero aleado y no aleado, no recubiertos - Tolerancias dimensionales y de forma
EN 10055:1995	Perfil en T de acero con alas iguales y aristas redondeadas laminado en caliente. Medidas y tolerancias dimensionales y de forma
EN 10056-1:1995	Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural Parte 1: Dimensiones
EN 10056-2:1993	Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma
EN 13001-1:2004	Grúas – Requisitos generales de diseño- Parte 1: Principios generales y especificaciones
EN 13001-2:2004	Seguridad de las grúas – Requisitos generales de diseño - Parte 2: Efectos de la carga
EN 14399-1:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga



*Parte 10: Guía de prescripciones técnicas del proyecto*

	Parte 1: Requisitos generales
EN 14399-2:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga Parte 2: Ensayo de aptitud a la precarga
EN 14399-3:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga Parte 3: Sistema HR - Conjuntos de tornillo y tuerca de cabeza hexagonal

**Tabla 2.3 Continuación...**

	<b>Título</b>
EN 14399-4:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga Parte 4: Sistema HV - Conjuntos de tornillo y tuerca de cabeza hexagonal
EN 14399-5:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga Parte 5: Arandelas planas para el sistema HR
EN 14399-6:2002	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga Parte 6: Arandelas planas achaflanadas para sistemas HR y HV
EN ISO 898-1:1999	Características mecánicas de los elementos de fijación fabricados en aceros al carbono y aceros aleados – Parte 1: Pernos, tornillos y bulones (ISO 898-1:1999)
EN 20898-2:1993	Características mecánicas de los elementos de fijación Parte 2: Tuercas con valores de carga de prueba especificados. Rosca de paso grueso. (ISO 898-2:1992)
EN ISO 2320:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas de acero. Características mecánicas y funcionales. (ISO 2320:1997).
EN ISO 4014:2000	Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4014:1999).
EN ISO 4016:2000	Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4016:1999).
EN ISO 4017:2000	Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4017:1999).
EN ISO 4018:2000	Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4018:1999).
EN ISO 4032:2000	Tuercas hexagonales, tipo 1. Productos de clases A y B. (ISO 4032:1999).
EN ISO 4033:2000	Tuercas hexagonales, tipo 2. Productos de clases A y B. (ISO 4033:1999).
EN ISO 4034:2000	Tuercas hexagonales. Productos de clase C. (ISO 4034:1999).
EN ISO 7040:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas (con anillo no metálico), estilo 1. Clases de calidad 5, 8 y 10
EN ISO 7042:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas todo metal. Clases de calidad 5, 8, 10 y 12
EN ISO 7719:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas todo metal, estilo 1. Clases de calidad 5, 8 y 10
ISO 1891:1979	Cerrojos, tornillos, loco y accesorios – Terminología y nomenclatura – Edición trilingüe
EN ISO 7089:2000	Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A.
EN ISO 7090:2000	Arandelas planas achaflanadas. Serie normal. Producto de clase A.
EN ISO 7091:2000	Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase C
EN ISO 10511:1997	El hexágono de tipo de momento de rotación predominante reduce el loco (con el encarte no metálico)
EN ISO 10512:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas (con anillo no metálico),

	estilo 1, con rosca métrica de paso fino. Clases de calidad 6, 8 y 10
EN ISO 10513:1997	Tuercas hexagonales autofrenadas, estilo 2, con roscado métrico de paso fino. Clases de calidad 8, 10 y 12

Cuando se vayan a usar productos de construcción fabricados en base a las Normas Armonizadas (es decir EN 10025, EN 1090), se debe colocar el marcado CE en los productos en conformidad con las Normas Europeas Armonizadas relevantes. Las Normas Armonizadas son Normas Europeas desarrolladas por el Comité Europeo de Normalización (CEN), en virtud de un mandato de la Comisión Europea (mandato M/120 sobre productos de estructuras metálicas). No todas las Normas Europeas han sido armonizadas – únicamente aquellas que han sido enumeradas en el Diario Oficial.

Cuando se vayan a usar productos de construcción fabricados, no pertenecientes a Normas Armonizadas (p.ej anclajes metálicos, productos de seguridad contra incendio, refuerzos de metal productos cortafuegos y de sellado contra el fuego, unidades de construcción prefabricadas, etc.), las Directrices Europeas de Idoneidad Técnica (ETAG) exigen a los fabricantes el uso del marcado CE en sus productos según el Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE) relevante.

El DITE relevante habrá de ser especificado en el pliego de condiciones

Una lista completa de los DITE válidos se halla disponible en el sitio web oficial de la Organización Europea de Idoneidad Técnica (EOTA): [www.eota.be](http://www.eota.be).

La última edición de la publicación mencionada es de aplicación

Los Organismos Nacionales de Normalización publican versiones actualizadas en sus sitios web oficiales.

**Tabla 2.4 Organismos Nacionales de Normalización**

País	Organismo Normalizador	Enlace
Bélgica	NBN	<a href="http://www.nbn.be">www.nbn.be</a>
Francia	AFNOR	<a href="http://www.afnor.org">www.afnor.org</a>
Alemania	DIN	<a href="http://www.din.de">www.din.de</a>
Italia	UNI	<a href="http://www.uni.com">www.uni.com</a>
Holanda	NEN	<a href="http://www.nen.nl">www.nen.nl</a>
Polonia	PKN	<a href="http://www.pkn.pl">www.pkn.pl</a>
España	AENOR	<a href="http://www.aenor.es">www.aenor.es</a>
Suiza	SNV	<a href="http://www.snv.ch">www.snv.ch</a>
Luxemburgo	ILNAS	<a href="http://www.ilnas.lu">www.ilnas.lu</a>
Austria	ASI	<a href="http://www.as-institute.at">www.as-institute.at</a>

## 3 BASES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL

La EN 1990 establece los Principios y Requisitos de seguridad, servicio y durabilidad de las estructuras, describe las bases de su diseño y verificación y orienta sobre aspectos relacionados con la fiabilidad de las estructuras.

En lo referente al cálculo de nuevas estructuras, se prevé la aplicación directa de la EN 1990 junto con las normas EN 1991 hasta la 1999 de los Eurocódigos.

La EN 1990 se aplica a la hora de evaluar una construcción ya existente, en el desarrollo del cálculo de reparaciones y reformas o al estimar posibles cambios en su uso.

El proyecto de estructuras de acero debe adecuarse a los requisitos básicos del § 2.1 de la norma EN 1990.

La fiabilidad, durabilidad y gestión de la calidad deben adecuarse a los § 2.2, § 2.4 y § 2.5 de la norma EN 1990.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo de la norma EN 1990.

### 3.1 Suposiciones generales según la EN 1990

- La elección de sistema estructural y de cálculo de estructuras es llevada a cabo por personal con la experiencia y cualificación apropiadas.
- La ejecución es llevada a cabo por personal con experiencia y las aptitudes apropiadas.
- Una supervisión y control de calidad adecuadas durante la ejecución, es decir en oficinas de calculistas, fábricas, instalaciones y en obra.
- Los materiales y productos de construcción se utilizan conforme lo especificado en la norma EN 1990 o en las normas de edificación o material de referencia o especificaciones de producto relevantes.
- La estructura se mantendrá de manera adecuada.
- La estructura deberá ser utilizada en conformidad con las hipótesis de cálculo.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 2.1(4)P de la norma EN 1990, los acontecimientos específicos adicionales relevantes (impacto, explosión, etc.), determinados por el Cliente y la autoridad competente, han de ser tenidos en cuenta en el cálculo de la estructura.

Según el § 2.3 de la norma EN 1990, los documentos contractuales (pliegos de condiciones) deben especificar la vida útil de cálculo de la estructura.

Según el § 3.3(2) de la EN 1990, los documentos contractuales (pliegos de condiciones) deben indicar cualquier otra circunstancia adicional relevante

cuando los estados límite implicados en la protección de los contenidos sean considerados como estados límite últimos.

Según el § 3.4(1) de la EN 1990, los documentos contractuales (pliegos de condiciones) han de especificar los requisitos de servicio del proyecto.

## 4 ACCIONES EN ESTRUCTURAS

### 4.1 Peso propio y sobrecargas de uso en edificios

La norma EN 1991-1-1 ofrece orientación sobre el diseño y las acciones de cálculo de las estructuras de edificios, incluyendo los siguientes aspectos:

- Densidades de los materiales de construcción y de los materiales almacenados
- Peso propio de los elementos de construcción
- Sobrecargas de uso en edificios

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la norma EN 1991-1-1.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 3.3.2(4) de la norma EN 1991-1-1, los documentos contractuales (pliegos de condiciones) deben especificar las sobrecargas de uso a ser consideradas para las comprobaciones del estado límite de servicio, según las condiciones de servicio y los requisitos sobre el comportamiento del edificio.

Según los apartados 4.1(1) y 4.1(2) de la norma EN 1991-1-1, los valores característicos de las densidades de los materiales almacenados y de construcción deberán especificarse en los documentos contractuales (pliegos de condiciones), sobretodo en el caso de los materiales que no figuren en las Tablas del Anexo A

Según el § 6.1(4) de la norma EN 1991-1-1, las cargas de equipamiento pesado (p.ej. cocinas comunitarias, salas de radiología, salas de calderas, etc.) debe ser acordado entre el Cliente y la autoridad competente y hacerse constar en el documento contractual (pliego de condiciones).

### 4.2 Cargas de nieve

La norma EN 1991-1-3 ofrece orientación sobre cómo obtener los valores de las cargas de nieve, para su uso en el cálculo estructural de edificios.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la norma EN 1991-1-3.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 1.5 de la EN 1991-1-3, bajo ciertas circunstancias las pruebas y los métodos numéricos debidamente validados o probados pueden emplearse para calcular las cargas de nieve en las obras de construcción. Dichas circunstancias deben ser acordadas con el Cliente y la autoridad competente, y especificadas en el pliego de condiciones (documentos contractuales).

Según el § 4.1(1) de la EN 1991-1-3, para cubrir condiciones locales inhabituales, el Anexo Nacional puede autorizar adicionalmente al Cliente y a la autoridad competente a acordar valores característicos de carga de nieve diferentes, que habrán de figurar en el pliego de condiciones.

### 4.3 Cargas de viento

La EN 1991-1-4 ofrece orientación sobre como calcular las acciones naturales del viento en lo referente al cálculo estructural de edificios (de alturas hasta 200 m) para cada una de las áreas cargadas a tomar en consideración

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la EN 1991-1-4.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 7.2.2 de la EN 1991-1-4, las reglas para la distribución de la presión dinámica en los muros a sotavento y los muros laterales, pueden hallarse en el Anexo Nacional o ser definidas para un proyecto en particular y especificadas en el pliego de condiciones.

### 4.4 Acciones térmicas

La EN 1991-1-5 orienta sobre el cálculo, los principios y las reglas para calcular las acciones térmicas, consecuencia de las circunstancias climatológicas u operacionales, para el cálculo estructural de los edificios. También se proporcionan los principios necesarios para el cerramiento y otros apéndices de los edificios.

La EN 1991-1-5 describe los cambios en la temperatura de los elementos estructurales. Los valores característicos de las acciones térmicas se muestran para su uso en el cálculo de estructuras expuestas a cambios climatológicos diarios y estacionales. En las estructuras no expuestas a las circunstancias climatológicas, las acciones térmicas pueden no tomarse en consideración

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la norma EN 1991-1-5.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 5.2(2)P de la norma EN 1991-1-5, los efectos operacionales (debidos a procesos de calentamiento, tecnológicos o industriales) se tomarán en consideración en función del proyecto en particular, y por lo tanto se harán constar en el pliego de condiciones.

Según el § 5.2(3)P de la norma EN 1991-1-5, los valores de  $\Delta T_M$  y  $\Delta T_p$  se calculan en función del proyecto en cuestión, y por lo tanto se especificarán en el pliego de condiciones.

## 4.5 Acciones durante la ejecución

La EN 1991-1-6 proporciona principios y reglas generales sobre las acciones a tener en cuenta durante la fase de edificación. La norma EN 1991-1-6 ofrece orientación sobre cómo determinar las acciones a tener en cuenta durante cambios estructurales, reconstrucciones, demoliciones parciales o totales, y para la determinación de las acciones a emprender para la realización de obras auxiliares (cimbra, andamiaje, sistema de apuntalamiento, etc.) necesarias durante las fases de edificación. En los Anexos A1 y B se proporcionan reglas e información adicional, que pueden igualmente hallarse en el Anexo Nacional o en el pliego de condiciones del proyecto en cuestión.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la norma EN 1991-1-6.

### Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)

Las reglas referentes a la seguridad de las personas, en y alrededor del lugar de la obra, serán especificadas en el pliego de condiciones del proyecto en cuestión, y se sitúan fuera del alcance de la EN 1991-1-6.

La EN 1991-1-6 también proporciona reglas para determinar las acciones que pueden emprenderse para el cálculo de los trabajos de construcción necesarios durante las fases de edificación.

El pliego de condiciones clasificará las cargas de ejecución/construcción según lo estipulado en las Tablas 2.2. y 4.1 de la norma EN 1991-1-6.

Las cargas debidas a los equipamientos de construcción, grúas y/o estructuras auxiliares pueden clasificarse como cargas fijas o libres, dependiendo de su capacidad de variación espacial; los pliegos de condiciones especificarán las cargas y su clasificación.

Si las cargas de ejecución/construcción se consideran como fijas, los pliegos de condiciones definirán las tolerancias ante las posibles desviaciones con respecto a su posición teórica.

Si las cargas de ejecución/construcción se consideran como libres, los pliegos de condiciones determinarán los límites del área potencial de variación especial.

De no existir requisito específico alguno en el Anexo Nacional, el pliego de condiciones deberá especificar:

- Los periodos de recurrencia para el cálculo de los valores característicos de las acciones variables (climatológicas, sísmicas, etc.) durante las fases de ejecución/construcción (véase § 3.1(5) de la EN 1991-1-6)
- Un valor mínimo de velocidad del viento durante las fases de ejecución/construcción (véase § 3.1(5) de la EN 1991-1-6)
- Reglas para las combinaciones de cargas de nieve y las acciones de viento con las cargas de construcción (véase § 3.1(7) de la EN 1991-1-6)



- Imperfecciones geométricas de la estructura y los elementos estructurales, para las situaciones de cálculo seleccionadas durante la fase de ejecución/construcción (véase § 3.1(8) de la EN 1991-1-6)
- Criterios asociados con los estados límite de servicio durante la fase de ejecución/construcción (véase § 3.3(2) de la EN 1991-1-6)
- Cuando sea apropiado, los valores frecuentes de las cargas particulares a ser tenidas en cuenta (véase el § 3.3(5) de la EN 1991-1-6)
- Requisitos de idoneidad para las estructuras de servicio y las auxiliares con el fin de evitar una deformación y/o flecha excesiva susceptible de afectar la durabilidad, la aptitud para el uso o la apariencia estética en su fase final (véase el § 3.3(6) de la EN 1991-1-6).

En lo referente a las acciones del viento, los pliegos de condiciones deberán especificar, si es o no necesario un procedimiento para calcular la respuesta dinámica de la estructura, durante las diferentes fases de ejecución/construcción, teniendo en cuenta el grado de terminación y estabilidad de la estructura y sus elementos (véase el § 4.7(1) de la EN 1991-1-6).

Los pliegos de condiciones deberán especificar la máxima velocidad aceptable del viento durante el funcionamiento de grúas u otras fases de ejecución/construcción de corta duración (véase el § 4.7(1) de la EN 1991-1-6).

Los pliegos de condiciones deberán especificar, cuando corresponda, las situaciones de cálculo ante posibles accidentes debidos a las grúas o a condiciones excepcionales que afecten a la estructura o a situaciones en las que esté expuesta a requerimientos tales como impacto, fallos localizados y posterior colapso progresivo, caída de partes estructurales o no, y concentraciones inhabituales de equipamiento y/o materiales de construcción, acumulación de agua forjados de acero, fuego, etc. (véanse Cláusulas 4.12(1) y (3) de la norma EN 1991-1-6).

Los pliegos de condiciones deberán especificar, cuando corresponda, los valores previstos de la aceleración del suelo así como el factor de importancia ( $\gamma$ ) a tener en cuenta para la evaluación de las acciones sísmicas, teniendo en cuenta el periodo de referencia de la situación transitoria considerada (véase el § 4.13 de la EN 1991-1-6).

Los pliegos de condiciones deberán especificar los valores característicos de las acciones horizontales debidas a las imperfecciones o a las deformaciones relacionadas con los desplazamientos horizontales a ser tenidos en cuenta durante las fases de ejecución/construcción (véase el § A1.3(1) de la EN 1991-1-6).

## 4.6 Acciones accidentales

La norma EN 1991-1-7 define los Principios y Reglas de aplicación para la evaluación de acciones accidentales en edificios y puentes. Son consideradas las siguientes acciones:

- Fuerzas de impacto ocasionadas por vehículos, tráfico ferroviario, embarcaciones y helicópteros
- Acciones debidas a explosiones en el interior
- Acciones debidas a un fallo local de causa desconocida

La norma EN 1991-1-7 no trata específicamente acciones accidentales ocasionadas por explosiones en el exterior, enfrentamientos bélicos o atentados terroristas, o la estabilidad residual de edificios dañados por acción sísmica o fuego.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la norma EN 1991-1-7.

### Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)

Según el § 2(2)P de la norma EN 1991-1-7, los pliegos de condiciones pueden especificar el tratamiento de las acciones accidentales que no se consideren como acciones libres.

Según el § 3.1(2) de la norma EN 1991-1-7, los valores teóricos de las acciones accidentales identificadas deben ser especificados en los pliegos de condiciones

Según el § 3.1(2) de la norma EN 1991-1-7, los valores hipotéticos de las acciones accidentales identificadas deben ser especificados en los pliegos de condiciones.

Según el § 3.4(1) de la EN 1991-1-7, las estrategias para situaciones de cálculo accidentales pueden basarse en las Clases de Consecuencias tal y como se establecen en la EN 1990. Así pues, estas Clases de Consecuencias deben ser especificadas en los pliegos de condiciones.

Según el § 4.3.1(2) de la EN 1991-1-7, los pliegos de condiciones deberán especificar si las equivalentes de los esfuerzos estáticos previstos debido a impactos con vehículos de tráfico rodado sobre elementos que soporten las estructuras por encima de o adyacentes a carreteras,  $F_{dx}$  and  $F_{dy}$ , actúan o no simultáneamente.

Según el § 4.5.1.2 de la EN 1991-1-7, si el edificio es susceptible de recibir un impacto derivado de un descarrilamiento ferroviario, los pliegos de condiciones deberán especificar si se trata de una estructura de Clase A o B.

Según el § 4.5.1.2(1) de la EN 1991-1-7, las fuerzas dinámicas de cálculo frontales y laterales ocasionadas por impactos producto del tráfico en ríos o canales, así como la altura de aplicación del impacto y del área de choque deberán ser especificadas en el pliego de condiciones.

## 4.7 Acciones generadas por grúas

La norma EN 1991-1-3 ofrece orientación sobre el diseño y especifica las sobrecargas de uso (modelos y valores representativos) generadas por montacargas y puentes grúa, incluyendo los efectos dinámicos y de frenado, aceleración y fuerzas accidentales.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo de la norma EN 1991-31.

### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

En lo que concierne las características de las grúas serán de aplicación las provisiones del apartado 2 de la norma EN 1911-3, salvo que los documentos contractuales proporcionen datos más precisos, por lo que a la hora de elaborar los documentos contractuales se debería saberse el nombre el fabricante de la grúa.

Tal como se indica en el apartado 2.3(6) de la norma EN 1991-3, los documentos contractuales deben especificar las pruebas que se deben realizar en grúas sobre estructuras de soporte en lo que concierne la comprobación de estado limite de servicio.

Tal como se indica en el apartado 2.5.2.2(2) de la norma EN 1991-3, los documentos contractuales deberán especificar si hace falta incluir una o diversas fuerzas, en el mismo grupo de elementos de carga de grúa simultánea, de las cinco de tipo horizontal (del tipo (a) al tipo (e)) enumeradas en el apartado 2.5.2.2(1), .

Según lo indicado en el apartado 2.5.2.2(4) de la norma EN 1991-3, los documentos contractuales deberán especificar tanto el modo como los esfuerzos longitudinales horizontales ( $H_{L,i}$ ) y los esfuerzos transversales en el plano horizontal para ruedas, generados por la aceleración y desaceleración de las masas de la grúa o del carro transversal. Caso contrario serán de aplicación las disposiciones indicadas en la Figura 2.3 de la norma EN 1991-3

Tal como se indica en el apartado 2.5.3(2) de la norma EN 1991-3, los documentos contractuales deberán definir el número máximo de grúas que debe considerarse como actuando en simultáneo.

Debería especificarse la clase de elevación (de entre las opciones de HC1 a HC4), salvo que la clase sea indicada en la especificación del suministrador de la grúa. Hacer referencia al Anexo B (informativo) de la norma EN 1911-3.

Según el § 2.9.1(1) de la norma EN 1991-3, la carga vertical aplicable a pasarelas, escaleras y plataforma debe ser especificada en los documentos contractuales. Si no, serán de aplicación las provisiones indicadas en los apartados 2.9.1(2), 2.9.1(3) o 2.9.1(4)

Según el § 2.9.2(1) de la norma EN 1991-3, la carga horizontal que debería aplicarse a la barrera de protección debe ser especificada en los documentos contractuales. Si no, serán de aplicación las provisiones indicadas en el apartado 2.9.2(1) o 2.9.2(2)

Con la finalidad de tener en cuenta las acciones accidentales relevantes los documentos contractuales deben especificar:

- Se utilizarán (o no) esfuerzos de los topes
- Una grúa con cargas restringidas horizontalmente podría (o no) volcar cuando su carga o izado sujetado choque contra algún obstáculo.

Para tener en cuenta los efectos de fatiga los documentos contractuales deben proporcionar suficiente información sobre las condiciones operativas. Las cargas de fatiga podrán calcularse según lo indicado en la norma EN 13001 y el Anexo A de la norma EN 1993-1-9. Caso contrario serán de aplicación las provisiones del apartado 2.12 de la norma EN 1991-3.

Cuando los documentos contractuales especifiquen un enfoque más simplificado para calcular las cargas de fatiga, estos deben especificar:

- la clase del espectro de cargas ( $Q_0$  al  $Q_5$ ) para todos los servicios de la grúa
- la clase aplicable al número total de ciclos de trabajo ( $U_0$  al  $U_9$ ) durante la vida de diseño de la grúa
- la clasificación de la grúa ( $S_0$  hasta  $S_9$ ) Hacer referencia al indicado en el Anexo B (informativo) de la norma EN 1991-3 cuando la clasificación de la grúa no figure en las especificaciones del fabricante de la grúa

Según el § A.3.2(1) del Anexo A de la norma EN 1991-3, los documentos contractuales deberán especificar el factor parcial para grúas posicionadas sobre estructuras de apoyo (vigas carril) a considerar en estados límites de servicio. Caso contrario, el factor parcial se toma como 1,0.

## 4.8 Acciones sísmicas

Para el cálculo y construcción de edificios y obras de ingeniería civil en regiones sísmicas será de aplicación lo estipulado en la EN 1998-1. Su objetivo es asegurar que ante la ocurrencia de terremotos:

- Las vidas humanas sean protegidas
- El daño sea limitado
- Las infraestructuras necesarias para la protección civil se mantengan operativas (estructuras especiales tales como plantas nucleares, instalaciones en alta mar y grandes presas, están fuera del alcance de la EN 1981-1).

Un aspecto fundamental de la EN 1981-1 es la definición de acción sísmica. Considerando que existe una gran diversidad de grados de peligrosidad sísmica y de las características sismogeológicas de los países miembros, la acción sísmica se define en términos generales. La definición admite varios Parámetros determinados a nivel nacional que deberán ser confirmados o modificados por los Anexos Nacionales

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo de la EN 1998-1.

### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliegos de condiciones)**

Según el § 2.1(2) y (3) de la norma EN 1998-1, los objetivos de fiabilidad del requisito anticolido y del requisito de limitación del daño son establecidos por la Autoridades Nacionales para los diferentes tipos de edificios en función de las consecuencias del fallo. Los pliegos de condiciones deberán especificar la Clase de Importancia del proyecto en cuestión (véase 4.2.5 de la EN 1998-1).

En función de la Clase de Importancia de la estructura y las condiciones del proyecto en cuestión, los pliegos de condiciones deben especificar si deben realizarse estudios del terreno y/o estudios geológicos o no, para identificar el tipo de terreno (A, B, C, D, E, S1 O S2), según lo estipulado en la Tabla 3.1. de la EN 1998-1

Los pliegos de condiciones deben especificar a que zona sísmica pertenece el proyecto en cuestión (según el mapa de zonas, decidido por la Autoridad Nacional, y que puede hallarse en el Anexo Nacional a la EN 1998-1).

Los pliegos de condiciones deben especificar en base a qué concepto los edificios de acero resistentes a terremotos se han de calcular (DCL o clase de ductilidad baja, DCM o clase de ductilidad media, DCH o clase de ductilidad mejorada).

Según el 6.2(8) de la EN 1998-1, la tenacidad requerida del acero y de las soldaduras y la menor temperatura de servicio adoptada juntamente con la acción sísmica deben especificarse en los pliegos de condiciones.

## 5 EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Para el cálculo de estructuras de acero se emplea lo especificado en el Eurocódigo conjuntamente con lo estipulado en:

- La EN 1990 Bases del cálculo estructural
- EN 1991 Acciones en estructuras
- Las ENs, las ETAG (guías de los documentos de idoneidad europeos y los ETAs (DITE - documentos de idoneidad técnica europeos)) referentes a los productos utilizados en la construcción de estructuras de acero
- La 1090 – Ejecución/construcción de estructuras de acero – Requisitos Técnicos
- La EN 1992 hasta la EN 1999, las partes referentes a estructuras de acero o elementos de acero

El Eurocódigo 3 abarca únicamente los requisitos de resistencia, servicio, durabilidad y resistencia al fuego de las estructuras de acero. Otros requisitos, p.ej. el aislamiento térmico o sonoro, no son aquí abordados.

### 5.1 Reglas para edificios de una sola planta – EN 1993-1-1

La EN 1993-1-1 proporciona las reglas básicas de cálculo de estructuras de acero con espesores de material  $t > 3$  mm. También proporciona disposiciones suplementarias sobre el cálculo de edificios de una planta.

Las propiedades materiales para los aceros y otros productos de construcción y los datos geométricos para el cálculo deberán ser los que se especifiquen en las ENs, las ETAFs y los ETAs a no ser que se indique lo contrario.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en las cláusulas del Prólogo a la EN 1993-1-1.

#### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliego de condiciones)**

La vida útil de cálculo debe entenderse como el periodo durante el que la estructura del edificio es empleada para el uso para el cual fue concebida. Para la especificación de la vida útil de un edificio véase la Tabla 2.1 de la EN 1990.

Los efectos del deterioro, corrosión o fatiga del material deben ser tenidos en cuenta para una adecuada selección del material (véase la EN 1993-1-4 y la EN 1993-1-10), y detalles (véase la EN 1993-1-9), o por redundancia estructural y por la elección del sistema de protección contra la corrosión apropiado.

Las tolerancias dimensionales y de masa de los perfiles y chapas de acero laminadas deberán cumplir las normas de productos relevantes, la ETAG o el ETA, salvo que sean especificadas tolerancias más severas.

Cualquier producto de construcción terminado o semiacabado usado en el dimensionamiento de edificios deberá cumplir con la EN, las ETAG o el ETA relevantes.

En referencia al Anexo A1.4 de la EN 1990, los límites para las flechas verticales, indicadas en la Figura A1.1, para las flechas horizontales, indicadas en la Figura A1.2, y para las vibraciones de las estructuras en las que la gente puede caminar, deberán especificarse en el pliego de condiciones acordado con el Cliente.

## **5.2 Reglas adicionales para placas de acero – EN 1993-1-3**

La norma EN 1993-1-3 define, entre otros, los requisitos de cálculo para placas de acero. En esta sección del Eurocódigo 3 se definen igualmente los métodos de cálculo de chapas de acero pretensado laminado en frío (Stressed-skin Design) usadas como diafragmas.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo a la norma EN 1991-1-3.

### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliego de condiciones)**

Según el apartado 2(6) de la norma EN 1993-1, los documentos contractuales deberán especificar la clase estructural (I al III) de la construcción, asociada a las consecuencias de fallo indicadas en el Anexo B de la norma EN 1990:

- Clase estructural I: para construcciones en las que las chapas de acero son proyectadas para contribuir a la resistencia y estabilidad global de la estructura.
- Clase estructural II: para construcciones en las que las chapas de acero son proyectadas para contribuir a la resistencia y estabilidad de elementos estructurales individuales.
- Clase estructural III: para construcciones en las que las chapas de acero son utilizadas como un elemento que simplemente transfiere las cargas de la estructura.

## **5.3 Cálculo de chapas – EN 1993-1-5**

La norma EN 1993-1-5 define los requisitos de cálculo para placas rigidizadas y placas no rigidizadas sometidas a fuerzas en el plano.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo a la norma EN 1993-1-5.

## 5.4 Cálculo de uniones – EN 1993-1-8

La EN 1993-1-8 proporciona métodos para el cálculo de uniones, sujetas a cargas predominantemente estáticas, utilizando los grados de acero S235, S275, S355 y S460

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo a la norma EN 1993-1-8.

### Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliego de condiciones)

Según el § 3.4.1, de la EN 1993-1-8, la categoría de las uniones atornilladas (Categoría A, B y C para uniones bajo cargas cortantes, y la Categoría D o E para uniones bajo cargas de tracción) debe ser indicada en los pliegos de condiciones.

Según el § 3.9, de la EN 1993-1-8, en el pliego de condiciones se deberán de especificar las clases de superficies de fricción para las uniones antideslizantes usando tornillos de 8.8 o 10.9 precargados.

Según el § 4.1, de la EN 1993-1-8, el pliego de condiciones deberá de especificar el nivel de calidad de las soldaduras según lo estipulado en la EN ISO 25817. La frecuencia de las inspecciones de las soldaduras deberá especificarse en el pliego de condiciones y en conformidad con lo estipulado en la EN 1090-2.

## 5.5 Fatiga - EN 1993-1-9

La norma EN 1993-1-9 define los métodos de evaluación de la resistencia a fatiga de los elementos, conexiones y uniones sometidas a cargas de fatiga.

Según el apartado 2(1) de la norma EN 1993-1-9, se considera que las estructuras proyectadas en conformidad con las acciones de fatiga indicadas en la norma EN 1991 y la resistencia a fatiga indicada en la norma EN 1993-1-9 satisfacen un nivel aceptable de probabilidad de que su rendimiento sea satisfactorio durante su vida de diseño.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo a la EN norma 1993-1-9.

### Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliego de condiciones)

Según el apartado 3(1) de la norma EN 1993-1-9, los documentos contractuales deben especificar si la evaluación se debe llevar a cabo usando el “método de la tolerancia al daño” o el “método de vida segura”. En el caso de haberse elegido el “método de la tolerancia al daño” será necesario implementar un régimen de inspección y manutención para detección y corrección de daño por fatiga, durante la vida de diseño de la estructura, El “método de vida segura” será indicado como el método adecuado para situaciones en que la formación localizada de fisuras en un elemento sea susceptible de ocasionar el fallo del elemento estructural o de toda la estructura.



Según el apartado 3(7) de la norma EN 1993-1-9, los documentos contractuales deben especificar la clasificación de Consecuencia de fallo (Baja Consecuencia o Alta Consecuencia) para determinar el factor parcial por resistencia a fatiga, así como el método de evaluación de fatiga especificado.

## **5.6 EN 1993-1-10 – Tenacidad de fractura y resistencia transversal**

La EN 1993-1-10 orienta para la elección de la clase de acero en función de la tenacidad de fractura y la resistencia transversal de elementos soldados, cuando existe un riesgo significativo de agrietado laminar durante su fabricación, para construcciones ejecutadas en conformidad con la norma EN 1090.

Para la elección del material a emplear en nuevas construcciones consultar las orientaciones facilitadas en el apartado 2 de la EN 1993-1-10. Para la elección de la clase de acero adecuada consultar las Normas Europeas referentes a los productos de acero enumerados en la EN 1993-1-1.

La clase de calidad deberá elegirse de entre las opciones ofrecidas en la Tabla 3.1 de la EN 1993-1-10 en función de las consecuencias de fractura laminar.

En función de la Clase Calidad elegida en la Tabla 3.1, o:

- Las propiedades de resistencia transversal para material de acero según lo especificado en la EN 10164, o
- Con posterioridad a la fabricación se procederá a una inspección para determinar si se ha producido alguna fractura laminar

En la EN 1011-2 se ofrecen orientaciones sobre cómo evitar la fractura laminar durante la soldadura.

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo a la norma EN 1993-1-10.

## **5.7 EN 1993-6 – Vigas carril**

La norma EN 1993-6 especifica las reglas de cálculo para el diseño estructural de vigas de rodadura y otras estructuras de soporte de grúas (vigas carril). El ámbito de aplicación de la norma incluye vigas de rodadura de puentes instaladas tanto en el interior como en el exterior de edificios:

- Puentes grúa, tanto
  - Apoyadas en la parte superior de las vigas de rodadura, o
  - suspendidas de la parte inferior de las vigas de rodadura
- Bloques de polipastos monocarril (monorrail)

Se permiten las opciones nacionales que se enumeran en el Prólogo de la norma EN 1993-6.

### **Requisitos adicionales de los documentos contractuales (pliego de condiciones)**

Según el apartado 2.1.3.2(2) de la norma EN 1993-6, el periodo de vida de diseño útil de las estructuras de apoyo de grúas debe ser acordado entre el cliente y la Entidad pública, teniendo en cuenta el posible re-uso de las mismas.

Según el apartado 4(3) de la norma EN 1993-6, cuando se supone que los carriles de la grúa contribuyen para la resistencia o la rigidez de la viga de rodadura, los documentos contractuales deberán especificar los márgenes apropiados de desgaste a tener en cuenta a la hora de determinar las propiedades de la sección transversal mixta.

Según el apartado 4(4) de la norma EN 1993-6, las tolerancias para deformaciones por cargas verticales y horizontales, en zonas expuestas a acciones sísmicas o subsidencias del suelo, deben especificarse en los documentos contractuales, ser acordadas con el fabricante de la grúa, y indicadas en los planos de inspección y mantenimiento.

Según el apartado 7.3(1) de la norma EN 1993-6, los límites a considerar para deformaciones y desplazamientos así como las combinaciones de carga de servicio que sean de aplicación, deben especificarse en los documentos contractuales de cada proyecto.

## **6 ESPECIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN**

### **6.1 Aspectos generales**

La información necesaria y los requisitos técnicos de la ejecución de cada parte de la obra de construcción deberán haber sido acordados y hallarse finalizados con anterioridad al comienzo de la ejecución de esa parte de la obra. La ejecución de la obra deberá cumplir los requisitos de la EN 1090-2.

### **6.2 Clases de ejecución**

Las clases de ejecución (de la EXC1 a la EXC4) pueden ser de aplicación a toda la estructura o a una parte de la estructura o a detalles específicos. Una misma estructura puede contar con varias clases de ejecución. Un detalle o un grupo de detalles suelen estar adscritos a una misma clase de ejecución. Sin embargo, la elección de una clase de ejecución no tiene necesariamente que ser la misma para todos los requisitos

Si no se especifica clase de ejecución alguna, será de aplicación la clase EXC2.

La EN 1090-2 (véase Anexo A.3) establece el conjunto de requisitos relativos a las clases de ejecución.

El Anexo B, de la EN 1090-2, ofrece orientaciones sobre cómo elegir entre las clases de Ejecuciones.

La elección de clase de ejecución será en función de las categorías de producción y de las categorías de servicio, relacionadas con las clases de consecuencias, según lo estipulado en el Anexo B de la EN 1990.

### **6.3 Grados de preparación**

Los grados de preparación (del P1 al P3 según la ISO 8501-3) tienen relación con la vida prevista de la protección anticorrosiva y la categoría de corrosividad tal y como se define en el § 10 de la EN 1090-2.

Los grados de preparación pueden ser de aplicación a toda la estructura o a una parte de la estructura o a detalles específicos. Una misma estructura puede contar con varios grados de preparación. Un detalle o un grupo de detalles suelen estar adscritos a un mismo grado de preparación.

### **6.4 Tolerancias geométricas**

Dos tipos de tolerancias geométricas se definen en el § 11 de la EN 1090-2:

- a) Las tolerancias esenciales deberán estar en consonancia con el Anexo D.1 de la EN 1090-2. Los valores especificados son desviaciones permitidas.
  - Las tolerancias de fabricación se describen en el § 11.2.2 de la EN 1090-2

*Parte 10: Guía de prescripciones técnicas del proyecto*

- Las tolerancias de montaje se describen en el § 11.2.3 de la EN 1090-2
- b) Las tolerancias funcionales en términos de desviaciones geométricas aceptadas deberán estar en consonancia con una de las dos opciones siguientes:
  - Los valores tabulados descritos en el § 11.3.2 y el Anexo D.2 de la EN 1090-2
  - Los criterios alternativos determinados en el § 11.3.3 de la EN 1090-2.

Si no se especifica opción alguna serán de aplicación los valores tabulados.

Las tolerancias para productos se definen en las siguientes normas:

- EN 10034 para perfiles de acero en I y H
- EN 10056-2 para angulares
- EN 10210-2 para perfiles tubulares, acabados en caliente
- EN 10219-2 para perfiles tubulares conformados en frío

## **7 COMPONENTES**

### **7.1 Identificación, documentos de inspección y trazabilidad**

Si se van a emplear componentes que no se contemplan en las normas europeas indicadas en la tabla 2 de la norma EN 1090-2, las propiedades de dichos productos se deberán especificar en los documentos contractuales (pliego de condiciones).

Las propiedades de los componentes suministrados deben documentarse de modo que puedan compararse con las propiedades especificadas. Su conformidad con los requisitos de la norma sobre productos correspondientes se debe comprobar conforme a lo indicado en el § 12.2 de la norma EN 1090-2.

En el caso de los productos metálicos, los documentos de inspección conforme a la norma EN 10204 deben ser los especificados en la tabla 1 de la norma EN 1090-2.

En el caso de las clases de ejecución EXC3 y EXC4, se debe mantener la trazabilidad de los componentes durante todas las fases, desde su recepción hasta su entrega después de su incorporación en la obra.

En el caso de las clases de ejecución EXC2, EXC3 y EXC4, si existen componentes de distintos grados y/o calidades que se encuentren juntos en tránsito, se deberá incluir en cada elemento una marca que permita identificar su grado.

Los métodos de marcado deben cumplir lo especificado en el apartado 6.2 de la norma EN 1090-2.

### **7.2 Productos de acero estructural**

Los productos de acero estructural deben cumplir los requisitos de las correspondientes normas europeas sobre productos conforme a lo indicado en la tabla 2 de la norma EN 1090-2, salvo que se especifique lo contrario. Deben especificarse los grados, las calidades y, si procede, los pesos de los recubrimientos y los acabados, junto con cualquier aspecto opcional requerido que permita la correspondiente norma sobre productos, incluyendo aquellos relativos a su aptitud para el galvanizado en caliente, si es necesario.

### **7.3 Consumibles de soldadura**

Todos los consumibles de soldadura deben cumplir los requisitos de la norma EN 13479 y de la norma sobre productos correspondiente, conforme a lo indicado en la tabla 5 de la norma EN 1090-2. El tipo de consumibles de soldadura deberá ser el apropiado en función del proceso de soldadura (definido en el apartado 7.3 de la norma EN 1090-2), el material a soldar y el procedimiento de soldadura.

## **7.4 Elementos de fijación**

Todos los elementos de fijación (incluyendo los conectores y tornillos) deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 5.6 de la norma EN 1090-2.

## **7.5 Materiales utilizados en las lechadas**

Los materiales utilizados en las lechadas deben cumplir los requisitos indicados en el apartado 5.7 de la norma EN 1090-2.

## **8 PREPARACIÓN Y MONTAJE**

En este apartado se especifican los requisitos para el corte, el conformado, la perforación y el montaje de los componentes constituyentes de acero.

Las construcciones de acero deben fabricarse teniendo en cuenta los requisitos de tratamiento superficial indicados en el apartado 10 de la norma EN 1090-2 y cumpliendo las tolerancias geométricas especificadas en el apartado 11 de la norma EN 1090-2.

### **8.1 Identificación**

En todas las fases del proceso de fabricación, cada pieza o paquete de piezas similares de elementos de acero deben identificarse utilizando un sistema adecuado, de acuerdo con los requisitos contenidos en el § 6.2 de la norma EN 1090-2.

### **8.2 Manipulación y almacenamiento**

Los componentes deben manipularse y almacenarse en unas condiciones tales que satisfagan las recomendaciones de los fabricantes de dichos productos. Los elementos de acero estructural deben embalsarse, manipularse y transportarse de manera segura, de tal modo que no se produzcan deformaciones permanentes en ellos y que los daños superficiales se reduzcan al mínimo.

Deberán aplicarse las medidas preventivas para su manipulación y almacenamiento especificadas en la tabla 8 de la norma EN 1090-2.

### **8.3 Corte**

Los métodos conocidos y reconocidos de corte son el corte con sierra, con cizalla, con disco, por chorro de agua y en caliente. El corte manual en caliente únicamente debe utilizarse en aquellos casos en los que no resulte práctico utilizar una máquina de corte en caliente. El corte debe llevarse a cabo de forma que se cumplan los requisitos de tolerancias geométricas, dureza máxima y rugosidad de los bordes libres especificados en el 6.4 § de la norma EN 1090-2.

### **8.4 Conformado**

El acero puede doblarse, prensarse o forjarse para conseguir que adquiriera la forma requerida, ya sea mediante procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que sus propiedades no se vean reducidas hasta valores inferiores a los especificados para el material conformado.

Se deberán aplicar los requisitos contenidos en el apartado 6.5 de la norma EN 1090-2, según corresponda.

## **8.5 Perforado**

Las dimensiones de los orificios, las tolerancias de los diámetros de estos y la ejecución de la perforación deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 6.6 de la norma EN 1090-2.

## **8.6 Montaje**

El montaje de los elementos debe realizarse de forma que se satisfagan las tolerancias especificadas. Deberán tomarse las precauciones oportunas para evitar la corrosión galvánica producida por el contacto entre distintos materiales metálicos.

Se deberán aplicar los requisitos contenidos en los apartados 6.9 y 6.10 de la norma EN 1090-2, según corresponda.



## **9 SOLDADURA**

### **9.1 Aspectos generales**

Los trabajos de soldadura deben realizarse de acuerdo con los requisitos especificados en los apartados correspondientes de las normas EN ISO 3834 o EN ISO 14554, según corresponda.

Deberá elaborarse un plan de soldadura, como parte del plan de producción exigido por el apartado correspondiente de la norma EN ISO 3834. El contenido del plan de soldadura se describe en el apartado 7.2.2 de la norma EN 1090-2.

Los trabajos de soldadura pueden realizarse aplicando los procesos de soldadura definidos en la norma EN ISO 4063, que se recogen en el apartado 7.3 de la norma EN 1090-2.

### **9.2 Cualificación de los procesos de soldadura**

Los trabajos de soldadura deben realizarse aplicando procedimientos calificados y utilizando Especificaciones y Procedimientos de Soldadura (EPS), de acuerdo con lo dispuesto en el apartado correspondiente de la norma EN ISO 15609, EN ISO 14555 o EN ISO 15620. Si así se especifica, en las EPS deberán incluirse condiciones especiales para la deposición de puntos provisionales de soldadura.

La calificación de los procedimientos de soldadura, en función de los procesos de soldadura, se describe en los apartados 7.4.1.2 y 7.4.1.3 de la norma EN 1090-2.

### **9.3 Máquinas de soldadura y soldadores**

Las máquinas de soldadura deben calificarse de acuerdo con los requisitos de la norma EN 287-1 y los soldadores con los de la norma EN 1418. Se deben mantener registros de todas las pruebas de calificación de las máquinas de soldadura y los soldadores.

### **9.4 Coordinación de los trabajos de soldadura**

En el caso de las clases de ejecución EXC2, EXC3 y EXC4, deberá existir personal cualificado que se encargue de coordinar los trabajos de soldadura durante la ejecución de los mismos; además, dicho personal deberá poseer experiencia acreditada en las operaciones de soldadura que supervise, tal como se especifica en la norma EN ISO 14731.

El personal encargado de coordinar los trabajos de soldadura deberá poseer los conocimientos técnicos apropiados en relación con las operaciones de soldadura que supervise y con los aceros al carbono estructurales, conforme a lo especificado en la tabla 14 de la norma EN 1090-2.

## 9.5 Preparación y ejecución de la soldadura

Deben tomarse las precauciones oportunas para evitar la aplicación incorrecta del arco eléctrico; si se diera, la superficie del acero deberá pulirse ligeramente y someterse a una posterior revisión. La comprobación visual debe complementarse con ensayos con líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

Asimismo, deben tomarse las precauciones oportunas para evitar las salpicaduras de metal fundido. Dichas salpicaduras deben eliminarse en el caso de las clases de ejecución EXC3 y EXC4.

Los defectos visibles, como grietas, poros y otros defectos no admisibles, se deben eliminar después de cada pasada, antes de proceder a la deposición de las pasadas siguientes.

Deben eliminarse todos los restos de soldadura tanto de la superficie de cada pasada (antes de realizar la siguiente pasada) como de la superficie de la soldadura terminada.

Debe prestarse especial atención a las uniones entre la soldadura y el metal base.

Deben especificarse todos aquellos requisitos relativos al esmerilado o la preparación de la superficie de las soldaduras terminadas.

La preparación de la unión deberá efectuarse en función del proceso de soldadura. Si la calificación de los procedimientos de soldadura se lleva a cabo según los requisitos de las normas EN ISO 15614-1, EN ISO 15612 o EN ISO 15613, la preparación de la unión deberá ceñirse al tipo de preparación utilizada en la prueba del procedimiento de soldadura. En las EPS se deben incluir las tolerancias a aplicar para la preparación de las uniones y el montaje.

En la preparación de la unión no deben existir grietas visibles. Si existen, se deberán eliminar mediante esmerilado y se deberá corregir la geometría de la unión, según sea necesario.

Si se utiliza la soldadura para corregir grandes rebajes (muescas) u otros defectos en la geometría de la unión, deberá emplearse un procedimiento calificado; posteriormente, el área afectada deberá pulirse y adaptarse a la superficie adyacente.

Todas las superficies a soldar deben estar secas y libres de cualquier material que pueda afectar negativamente a la calidad de las soldaduras o impedir el proceso de soldadura (óxidos, materiales orgánicos o galvanizados).

Las imprimaciones de prefabricación (imprimaciones de taller) pueden dejarse en las caras de fusión únicamente si no afectan de manera negativa al proceso de soldadura. En el caso de las clases de ejecución EXC3 y EXC4, las imprimaciones de prefabricación presentes en las caras de fusión no deben dejarse en estas salvo que las pruebas del procedimiento de soldadura conforme a los requisitos de las normas EN ISO 15614-1 o EN ISO 15613 se hayan llevado a cabo utilizando dichas imprimaciones.

En la norma EN 1090-2 se describen otros requisitos especiales, que se recogen en la Tabla 9.1:

**Tabla 9.1 Requisitos especiales**

	<b>Cláusula /Apartado</b>
Almacenamiento y manipulación de consumibles de soldadura	7.5.2
Protección contra los factores climáticos	7.5.3
Montaje para el proceso de soldadura	7.5.4
Precalentamiento	7.5.5
Fijaciones temporales	7.5.6
Puntos de soldadura provisionales	7.5.7
Cordones de soldadura	7.5.8
Soldaduras a tope (de unión)	7.5.9
Soldadura de puntales	7.5.12
Soldadura de ranura y soldadura de tapón	7.5.13

## **9.6 Criterios de aceptación**

Los elementos soldados deben cumplir los requisitos especificados en los apartados 10 y 11 de la norma EN 1090-2.

Los criterios de aceptación de los defectos de soldadura deben cumplir los requisitos establecidos en el apartado 7.6 de la norma EN 1090-2.

## 10 ELEMENTOS DE FIJACIÓN

La sección 8 de la norma EN 1090-2 aborda los requisitos para efectuar uniones mediante elementos de fijación, tanto en taller como a pie de obra, incluyendo la fijación de chapas perfiladas; en ella se tratan las uniones atornilladas compuestas por conjuntos de tornillos, tuercas y arandelas (según corresponda).

Los documentos contractuales deben especificar si tienen que utilizarse otras medidas o medios adicionales para la fijación de las tuercas, además de su apriete.

El diámetro nominal mínimo del elemento de sujeción, la longitud del tornillo, la longitud de la protrusión, la longitud sin rosca del cuerpo del tornillo y la longitud del par de apriete deben cumplir los requisitos especificados en el § 8.2.2 de la norma EN 1090-2.

Para las arandelas deben aplicarse los requisitos indicados en el apartado 8.2.3 de la norma EN 1090-2.

El apriete de los tornillos no pretensados debe cumplir los requisitos especificados en el § 8.3 de la norma EN 1090-2.

Tanto las precauciones adoptadas como la preparación de las superficies de contacto en las uniones resistentes al deslizamiento deben cumplir los requisitos contenidos en el § 8.4 y la tabla 18 de la norma EN 1090-2. El factor de deslizamiento deberá determinarse mediante ensayo, como se especifica en el Anexo G de la norma EN 1090-2.

Los métodos de apriete de tornillos pretensados deben cumplir los requisitos indicados en el § 8.5 de la norma EN 1090-2, y además deben especificarse en los documentos contractuales.

## 11 MONTAJE

El apartado 9 de la norma EN 1090-2 especifica los requisitos para el montaje y otros trabajos realizados a pie de obra (incluyendo el hormigonado de las zapatas), así como los requisitos oportunos en lo que respecta a la aptitud del emplazamiento de la obra para permitir realizar el montaje de forma segura y utilizar apoyos preparados de forma precisa.

El montaje no debe comenzar hasta que el emplazamiento de la obra cumpla los requisitos técnicos en materia de seguridad para los trabajos a realizar. Los elementos de seguridad asociados a las condiciones de la obra se indican en el apartado 9.2 de la norma EN 1090-2.

Si no existen evidencias de la estabilidad de la estructura en condiciones de montaje parcial se deberá especificar el método de montaje seguro en el que se haya basado el cálculo. Los elementos asociados al método básico de cálculo del montaje se indican en el apartado 9.3.1 de la norma EN 1090-2.

Debe elaborarse una declaración de métodos en la que se describa el método de montaje del contratista encargado de realizar las estructuras de acero, y dicho método debe contrastarse con las especificaciones de las normas de cálculo. La declaración de métodos de montaje debe describir los procedimientos que se van a emplear para realizar el montaje de la estructura de acero de manera segura, y también debe tomarse en consideración los requisitos técnicos en materia de seguridad de los trabajos. La declaración de métodos de montaje debe contemplar todos los elementos oportunos especificados en el § 9.3.1 de la norma EN 1090-2; asimismo, en el apartado 9.3.2 de la norma EN 1090-2 se incluyen elementos adicionales.

Se deben aportar los planos de montaje o instrucciones equivalentes, de acuerdo con los requisitos del apartado 9.6.1 de la norma EN 1090-2, que deben formar parte de la declaración de métodos de montaje.

Las mediciones a pie de obra en relación con los trabajos de construcción deben cumplir los requisitos de inspección especificados en el apartado 9.4 de la norma EN 1090-2.

El estado y el emplazamiento de los soportes deben comprobarse tanto de manera visual como llevando a cabo las mediciones oportunas antes del comienzo del montaje. Si los soportes no resultan adecuados para el montaje, deben corregirse antes del comienzo del mismo. Todas las no conformidades que se produzcan deben documentarse.

Todas las cimentaciones, los tornillos de cimentación y el resto de soportes de la estructura de acero deben prepararse adecuadamente para soportar esta. La instalación de los elementos portantes estructurales debe cumplir los requisitos de la norma EN 1337-11. El montaje no debe comenzar hasta que se compruebe que el emplazamiento y los niveles de los soportes, anclajes o elementos portantes cumplen los criterios de aceptación establecidos en el apartado 11.2 de la norma EN 1090-2, o bien hasta que se hayan realizado las modificaciones oportunas para satisfacer los requisitos especificados.

Si se deben pretensar los tornillos de cimentación, deben tomarse las medidas oportunas para que los 100 mm superiores de los tornillos, como mínimo, no queden adheridos al hormigón. En el caso de los tornillos de cimentación diseñados para moverse dentro de manguitos, deben utilizarse manguitos cuyo diámetro sea tres veces mayor que el diámetro del tornillo, con un diámetro mínimo de 75 mm.

Durante la realización del montaje, los apoyos de la estructura de acero deben mantenerse en un estado equivalente al que presentaban al comienzo del montaje.

Deben identificarse aquellas áreas de los soportes que requieran protección frente a la oxidación, y debe proporcionarse una protección adecuada para ellas.

Puede realizarse una compensación de los asientos de los soportes, a menos que se especifique lo contrario en los documentos contractuales. Esta compensación debe realizarse mediante un hormigonado o empaquetado entre la estructura de acero y los soportes. Los elementos de compensación generalmente se colocarán bajo los elementos portantes.

Los calzos y el resto de elementos que se utilicen como apoyos provisionales colocados bajo las placas base deben ubicarse de acuerdo con los requisitos de los apartados 8.3, 8.5.1, 9.5.4 y 9.6.5.3 de la norma EN 1090-2.

Los enlechados, sellados y anclajes deben disponerse de acuerdo con sus especificaciones correspondientes y con los requisitos indicados en los apartados 5.8, 9.5.5 y 9.5.6 de la norma EN 1090-2.

Los elementos que vayan a ensamblarse o montarse individualmente a pie de obra deben llevar una marca de montaje, de acuerdo con los requisitos especificados en los apartados 6.2 y 9.6.2 de la norma EN 1090-2.

Las operaciones de manipulación y almacenamiento a pie de obra deben cumplir los requisitos indicados en los apartados 6.3 y 9.6.3 de la norma EN 1090-2.

Todo montaje de prueba a pie de obra debe realizarse de acuerdo con los requisitos indicados en los apartados 6.10 y 9.6.10 de la norma EN 1090-2.

El montaje de la estructura de acero debe realizarse conforme a lo indicado en la declaración de métodos de montaje y de tal manera que se garantice su estabilidad en todo momento.

No deben utilizarse tornillos de cimentación para asegurar pilares sin arriostrar frente a un posible vuelco, a menos que se haya validado su uso para esta situación de cálculo.

A lo largo del montaje, la estructura debe asegurarse frente a posibles cargas temporales que puedan producirse durante este, incluyendo aquellas cargas generadas por los equipos de montaje o el funcionamiento de dichos equipos, así como frente a los efectos de las cargas generadas por el viento que incida sobre la estructura inacabada.

Para que pueda considerarse que una unión contribuye a la estabilidad de la estructura parcialmente acabada, dicha unión debería tener montados al menos un tercio de los tornillos permanentes.

Todos los arriostramientos y sistemas de sujeción provisionales deben permanecer en su posición hasta que el montaje se encuentre en una fase lo suficientemente avanzada como para permitir su retirada de forma segura.

Todas las uniones de los elementos provisionales utilizados para realizar el montaje deben llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de la norma EN 1090-2 y de tal forma que no debiliten la estructura permanente ni afecten negativamente a su estado de servicio.

Si se utilizan barras de apoyo y uniones estiradas para soportar la estructura durante las operaciones de soldadura, se deberá comprobar que poseen una resistencia adecuada y que sus soldaduras de sujeción resultan apropiadas para las condiciones de carga propias del montaje

Si el procedimiento de montaje conlleva girar o mover de cualquier otra forma la estructura o parte de esta para situarla en su posición final tras el montaje, deben tomarse las medidas oportunas para permitir la deceleración controlada de los elementos en movimiento. Podría ser necesario establecer medidas para poder invertir el sentido del movimiento.

Todos los elementos de anclaje provisionales deben asegurarse para evitar que se liberen involuntariamente.

Sólo deben utilizarse gatos que puedan bloquearse en cualquier posición cuando se encuentren sometidos a carga, a menos que se apliquen otras medidas de seguridad.

Deben tomarse las precauciones oportunas para que ninguna parte de la estructura sufra deformaciones permanentes o sobretensiones debido al apilamiento de los componentes de la estructura de acero o a las cargas generadas durante el proceso de montaje.

Cada parte de la estructura debe alinearse tan pronto como sea posible tras su montaje, y el montaje final debe producirse tan pronto como sea posible después de ese momento.

No deben efectuarse uniones permanentes entre los elementos hasta que una parte suficientemente amplia de la estructura se haya alineado, nivelado, aplomado y unido provisionalmente, para garantizar que los elementos no se descloquen durante el posterior montaje o el alineamiento del resto de la estructura.

El alineamiento de la estructura y la falta de ajuste de las uniones pueden corregirse mediante el uso de calzos (tal como se indicó anteriormente). Si la falta de ajuste entre los elementos ya montados no puede corregirse de esta manera, deberán modificarse los elementos de la estructura a nivel local, aplicando los métodos especificados en la norma EN 1090-2. Las modificaciones no deben poner en riesgo el comportamiento de la estructura en su estado provisional o permanente. Estos trabajos pueden realizarse a pie de

obra. En el caso de las estructuras formadas por un entramado de elementos soldados y las estructuras espaciales, se deben tomar las precauciones oportunas para garantizar que estas no se vean sometidas a fuerzas excesivas al intentar forzar su ajuste en contra de su rigidez inherente.

Pueden utilizarse pasadores para alinear las uniones salvo que se prohíba en los documentos contractuales. El alargamiento de los orificios correspondientes a los tornillos utilizados para la transmisión de cargas no debe exceder los valores especificados en el apartado 6.9 de la norma EN 1090-2.

En caso de desalineamiento de los orificios de los tornillos, se debe comprobar que el método de corrección resulta adecuado conforme a los requisitos especificados en el apartado 12 de la norma EN 1090-2.

Debe demostrarse que los agujeros realineados cumplen los requisitos para agujeros sobredimensionados o cajeados especificados en el apartado 8.1 de la norma EN 1090-2, siempre que se haya comprobado la trayectoria de carga.

Es preferible realizar la corrección del desalineamiento mediante escariado o fresado con una fresadora hueca, pero si es imprescindible utilizar otros métodos de corte deberá comprobarse obligatoriamente que el acabado interno de todos los orificios realizados utilizando dichos métodos cumple los requisitos especificados en el apartado 6 de la norma EN 1090-2.

Se debe comprobar que las uniones realizadas a pie de obra cumplen lo indicado en el apartado 12.5 de la norma EN 1090-2.

Las tolerancias de montaje se definen en el apartado 11.2.3, las tablas D.1.11 a D.1.15 y las tablas D.2.19 a D.2.28 del Anexo D de la norma EN 1090-2.



## 12 DOCUMENTACIÓN DEL CONSTRUCTOR

La documentación obligatoria en materia de calidad para las clases de ejecución EXC2 a EXC4 se define en el apartado 4.2.1 de la norma EN 1090-2.

Si fuese necesario, en el apartado 4.2.2 de la norma EN 1090-2 se describe un plan de calidad (definido en la norma EN ISO 9000) para la ejecución de los trabajos. En el Anexo C de la norma EN 1090-2 se incluye una lista de comprobación del contenido del plan de calidad recomendado para la ejecución de estructuras de acero, referido a las directrices generales de la norma ISO 10005.

Las declaraciones de métodos que incluyen instrucciones de trabajo detalladas deben cumplir los requisitos técnicos en materia de seguridad para trabajos de montaje que se especifican en los apartados 9.2 y 9.3 de la norma EN 1090-2.

Durante la ejecución de los trabajos deberá elaborarse la documentación pertinente a modo de registro, como prueba de que los trabajos se han realizado conforme a las especificaciones de ejecución de los mismos.

La documentación de ingeniería de cálculo y estructural debe elaborarse antes de la ejecución de los trabajos y debe ser aprobada por el organismo de homologación designado por el propietario. En dicha documentación se deberían incluir:

- Las hipótesis de cálculo
- El software utilizado (si procede)
- Las comprobaciones de cálculo de los elementos y las uniones
- Los planos de distribución general y los detalles de las uniones.

## **13 INTERFASES DE LA ESTRUCTURA DE ACERO**

### **13.1 Interfases con superficies de hormigón**

Entre la información descriptiva de los tornillos de sujeción y las interfases entre los elementos de la estructura de acero y las cimentaciones se debe incluir un Plan de Cimentación que indique el emplazamiento de la zapata, la posición y la orientación de los pilares, las marcas de todos los pilares, cualquier otro elemento en contacto directo con las cimentaciones (así como el emplazamiento y el nivel de sus bases), y el nivel de referencia.

También debe proporcionarse información similar acerca de los elementos unidos a los muros y a otras superficies de hormigón.

Así mismo, deben proporcionarse todos los detalles acerca de las fijaciones de acero y los tornillos de las uniones con las cimentaciones o los muros, los métodos de ajuste y los espacios útiles de sellado.

Antes de comenzar los trabajos de montaje de la estructura de acero, el contratista responsable de los mismos debe inspeccionar la posición y el nivel de las cimentaciones preparadas y los tornillos de sujeción. Si encuentra cualquier valor que se encuentre fuera de las desviaciones especificadas en el apartado D.2.20 de la norma EN 1090-2, debe solicitar que se realicen las correcciones necesarias antes iniciar el montaje.

La superficie en contacto con el acero de los calzos y del resto de elementos de apoyo provisionales que se sitúen bajo las placas base debe ser plana; además, dichos elementos deben poseer unas dimensiones, una resistencia y una rigidez adecuadas para evitar el aplastamiento localizado de las subestructuras de hormigón o mampostería.

Si se van a hormigonar las empaquetaduras posteriormente, deben situarse de forma que la lechada las cubra totalmente y dicho recubrimiento tenga un espesor mínimo de 25 mm, salvo que se especifique lo contrario.

Si las empaquetaduras van a permanecer en su posición después del enlechado, sus materiales constructivos deberán tener la misma durabilidad que los de la estructura.

Si el ajuste de la posición de la base se efectúa utilizando tuercas de nivelación situadas en los tornillos de cimentación y bajo la placa base, estas pueden dejarse en su posición salvo que se especifique lo contrario. Las tuercas se deben seleccionar de modo que se garantice que sean adecuadas para mantener la estabilidad de la estructura parcialmente montada y no pongan en riesgo el comportamiento de los tornillos de cimentación que ya estén en servicio.

Si es necesario hormigonar los espacios situados bajo las placas base, se deberá utilizar material nuevo conforme a las especificaciones del apartado 5.8 de la norma EN 1090-2.

No debe realizarse el hormigonado bajo las placas base de los pilares hasta que se haya alineado, nivelado, aplomado y arriostrado adecuadamente una parte suficiente de la estructura.

El material de la lechada debe utilizarse de la manera siguiente:

- el material debe mezclarse y aplicarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto, en especial aquellas relativas a su consistencia a la hora de aplicarlo. El material no debe mezclarse o aplicarse a temperaturas inferiores a 0 °C, salvo que las recomendaciones del fabricante indiquen lo contrario.
- el material debe verterse bajo una placa base adecuada, de forma que se llene por completo el espacio
- el material se deberá compactar y apisonar sobre apoyos adecuadamente fijados, si el fabricante del material de la lechada así lo especifica y/o recomienda
- se deberán incluir orificios de ventilación según sea necesario

Inmediatamente antes de enlechar, el espacio situado bajo la placa base no debe contener líquidos, hielo, residuos ni contaminantes.

Si es necesario realizar un tratamiento de la estructura de acero, los elementos portantes y las superficies de hormigón antes del enlechado, deberá especificarse en los documentos contractuales.

Deben tomarse las precauciones oportunas para que el perfil externo del enlechado permita drenar el agua y evitar que quede en contacto con los elementos de acero estructural. Si existe el riesgo de que se formen acumulaciones de agua o algún líquido corrosivo durante la vida útil de la estructura, la lechada aplicada alrededor de las placas base no debe sobrecargarse de forma que quede por encima de la superficie más baja de la placa base y la lechada de hormigón deberá presentar una geometría en pendiente, formando un ángulo con respecto a la placa base.

Si no es necesario enlechar y se va a realizar el sellado de los extremos de la placa base, se deberá especificar el método para hacerlo.

Los elementos de anclaje en las partes de hormigón de la estructura o las estructuras adyacentes deben instalarse conforme a sus especificaciones. Deben tomarse las medidas adecuadas para evitar posibles daños en el hormigón, con el fin de obtener la resistencia de anclaje necesaria.

El encargado de realizar el diseño adecuado de las cimentaciones debe ser un ingeniero en cimentación experto en la materia, con el fin de que estas soporten tanto las reacciones de la edificación como otras cargas que puedan venir impuestas por el uso de esta. El cálculo debe fundamentarse en las condiciones específicas del terreno donde se emplace la edificación.

## **13.2 Interfase con construcciones adyacentes**

Debe considerarse cuidadosamente la interacción mutua entre la estructura y las construcciones adyacentes en lo que respecta a la acción del viento o la

nieve. Las cargas de cálculo relativas al viento y a la nieve pueden variar considerablemente en función del emplazamiento y el entorno de edificación. Por tanto, en los documentos contractuales debe proporcionarse información precisa sobre las construcciones adyacentes.

## **APÉNDICE A PLANTILLA PARA LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

La ejecución de estructuras de acero para edificios de una sola planta en Europa debe realizarse generalmente conforme a los requisitos de la norma EN 1090-2, y su cálculo debe cumplir con lo estipulado en las partes correspondientes de los Eurocódigos. Estas normas abordan los requisitos técnicos para un amplio rango de estructuras de acero e incluyen cláusulas en las que se indica la información adicional que se debe aportar en relación con las especificaciones de ejecución y cálculo de los trabajos o en las que se proporciona la opción de especificar requisitos adicionales.

El Anexo A incluye un conjunto de cláusulas que pueden utilizarse para los proyectos de construcción de estructuras de acero de una sola planta, como complemento a las directrices de los Eurocódigos y con el fin de cuantificar estas.

Dichas cláusulas se disponen en dos columnas: a columna izquierda contiene las cláusulas propuestas, mientras que la columna derecha incluye comentarios sobre las distintas cláusulas con el fin de aportar información a la persona que esté elaborando los documentos del proyecto (no se pretende que dichos comentarios se incluyan en las especificaciones de ejecución). Las especificaciones de los modelos deben elaborarse específicamente para cada proyecto de construcción, cumplimentando para ello las cláusulas correspondientes utilizando la información apropiada.

El modelo de las especificaciones de proyecto propuesto en el presente Anexo únicamente se aplica a las estructuras de acero fabricadas a partir de productos de acero estructural laminados en caliente. No se aplica a las estructuras de acero fabricadas a partir de productos de acero estructural conformados en frío (únicamente se contemplan las chapas de acero laminadas en frío y las chapas de revestimiento resistente conformado en frío utilizadas como diafragmas estructurales), perfiles tubulares, perfiles en U, tubos y productos de acero inoxidable. El modelo de especificaciones de proyecto propuesto en el presente documento se asocia principalmente a las construcciones convencionales en las que se utilizan componentes según los estándares establecidos en la norma EN 1090-2. Si se emplean formas de construcción más complejas o se utilizan otros productos, los proyectistas deberán tener en consideración aquellas modificaciones que pudieran ser necesarias con respecto a las especificaciones de ejecución, con el fin de garantizar la obtención de la calidad y/o funcionalidad deseadas

A fin de mantener la coherencia entre los textos, los títulos de las cláusulas del Anexo A numerados y marcados en negrita se corresponden con los títulos de las secciones del presente documento.

Cláusula propuesta	Comentario
<b>3 BASES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL</b>	
3.1 El proyecto de estructuras de acero debe adecuarse a los requisitos básicos del apartado 2.1 de la norma EN 1990.	
3.2 La fiabilidad, durabilidad y gestión de la calidad deben adecuarse a las cláusulas 2.2, 2.4 y 2.5 de la EN 1990.	
3.3 Se deben considerar los siguientes eventos adicionales durante el cálculo y ejecución de la estructura ( <i>incluir lista</i> )	Apartado 2.1(4) de la EN 1990.
3.4 El cálculo de la vida útil de la estructura deberá ser igual a ... años	Apartado 2.3 de la EN 1990. <i>Para la especificación de la vida útil de un edificio permanente véase la Tabla 2.1 de la EN 1990.</i> <i>Una vida útil de 50 años será suficiente para garantizar suficiente durabilidad en edificios de una sola planta.</i>
3.5 Para otras circunstancias adicionales relevantes, los estados límite implicados en la protección de los contenidos deben considerarse como estados límite últimos ( <i>incluir lista</i> )	Apartado 3.3(2) de la EN 1990.
3.6 Los requisitos de servicio del proyecto serán los siguientes: ( <i>especificar los requisitos</i> )	Apartado 3.4(1) de la EN 1990.
<b>4. ACCIONES EN ESTRUCTURAS</b>	
<b>4.1 Peso propio y sobrecargas de uso</b>	
4.1.1 Durante las comprobaciones de estado límite de servicio se deben considerar las siguientes sobrecargas de uso: ( <i>incluir lista</i> )	Apartado 3.3.2(4) de la EN 1991. <i>Según las condiciones de servicios y los requisitos de rendimiento de la estructura</i>
4.1.2 Los valores característicos de las densidades de construcción y de materiales almacenados serán los que se indican a continuación: ( <i>incluir lista</i> )	Apartados 4.1(1) y 4.1(2) de la EN 1991-1-1. <i>Sobretudo en el caso de los materiales que no figuren en las Tablas del Anexo A de la EN 1991-1-1.</i>
4.1.3 Las cargas de equipamiento pesado deberán ser especificadas en los correspondientes planos.	Apartado 6.1(4) de la EN 1991-1-1. <i>p.ej. cocinas comunitarias, salas de radiología, salas de calderas, etc.</i>
<b>4.2 Cargas de nieve</b>	
4.2.1 Para determinar las cargas de nieve en los trabajos de construcción, se podrán utilizar ensayos y métodos numéricos debidamente probados y/o validados, en las siguientes circunstancias: ( <i>indicar la circunstancia en cuestión, si procede</i> )	Apartado 1.5 de la EN 1991. <i>Estas circunstancias deben ser debidamente acordadas con el cliente y la autoridad competente.</i>
4.2.2 Las cargas especiales de nieve deberán cumplir con los siguientes requisitos: ( <i>indicar los requisitos especiales, si procede</i> )	Apartado 4.1(1) de la EN 1991-1-3. <i>Para cubrir las condiciones locales inhabituales, el Anexo Nacional puede autorizar adicionalmente al Cliente y a la autoridad competente a acordar valores característicos de carga de nieve diferentes.</i>

Cláusula propuesta	Comentario
<b>4.3 Cargas de viento</b>	
4.3.1 (Opcional) Serán de aplicación las siguientes reglas para la distribución de la presión dinámica en los muros a sotavento y los muros laterales: <i>(incluir reglas)</i>	Apartado 7.2.2 de la EN 1991-1-4. <i>Algunas reglas pueden hallarse en el Anexo Nacional.</i>
<b>4.4 Acciones térmicas</b>	
4.4.1 Serán de aplicación los siguientes efectos térmicos operacionales especiales: <i>(incluir lista de acciones térmicas especiales)</i>	Apartado 5.2(2)P de la EN 1991-1-5. <i>debido a procesos de calentamiento, tecnológicos o industriales</i>
4.4.2 Serán de aplicación los siguientes valores específicos de $\Delta T_M$ y $\Delta T_P$ : <i>(especificar los valores)</i>	Apartado 5.2(3)P de la EN 1991-1-5. $\Delta T_M$ : <i>componente de incremento de temperatura lineal.</i> $\Delta T_P$ : <i>Incremento de temperatura entre las diferentes partes de una estructura debido a la diferencia entre las temperaturas medias de dichas partes.</i>
<b>4.5 Acciones durante la ejecución</b>	
4.5.1 Serán de aplicación las siguientes reglas de seguridad de personas, en y alrededor del lugar de la obra <i>(incluir reglas)</i>	<i>Estas reglas se encuentran fuera del alcance de la EN 1911-1-6</i>
4.5.2 Las cargas de construcción deben especificarse en los correspondientes planos	<i>Consultar las tablas 2.2 y 4.1 de la EN 1991-1-3.</i>
4.5.3 Las tolerancias para posibles desviaciones en la posición teórica de cargas de construcción deberán especificarse en los correspondientes planos	<i>Cuando las cargas de construcción son clasificadas como cargas fijas.</i>
4.5.4 Los límites del área potencial de variación espacial de las cargas de construcción deberán especificarse en los correspondientes planos.	<i>Cuando las cargas de construcción son clasificadas como cargas libres.</i>
4.5.5 Será de aplicación, durante las fases de ejecución, el siguiente valor mínimo de velocidad del viento: ...	Apartado 3.1(5) de la EN 1991-1-6. <i>Cuando no sea especificada ninguna alternativa en el Anexo Nacional.</i>
4.5.6 Serán de aplicación las siguientes reglas de combinación de cargas de nieve y acciones del viento con las cargas de construcción: <i>(incluir reglas)</i>	Apartado 3.1(7) de la EN 1991-1-6. <i>Cuando no sea especificada ninguna alternativa en el Anexo Nacional.</i>
4.5.7 Las imperfecciones geométricas de la estructura y de los elementos estructurales, durante la fase de ejecución, serán las siguientes: <i>(especificar los valores)</i>	Apartado 3.1(8) de la EN 1991-1-6. <i>Cuando no sea especificada ninguna alternativa en el Anexo Nacional.</i>
4.5.8 Serán de aplicación los siguientes criterios asociados a estados límite de servicio, durante la fase de ejecución: <i>(especificar los criterios)</i>	Apartado 3.3(2) de la EN 1991-1-6. <i>Cuando no sea especificada ninguna alternativa en el Anexo Nacional.</i>
4.5.9 El valor máximo aceptable de velocidad del viento, durante el funcionamiento de grúas será ...	Apartado 4.7(1) de la EN 1991-1-6.

Cláusula propuesta	Comentario
<b>4.6 Acciones accidentales</b>	
<p>4.6.1 Serán de aplicación los siguientes valores de carga accidental hipotética: <i>(especificar las acciones accidentales)</i></p>	<p><i>Esfuerzos equivalentes de cálculo estático debido a impactos con vehículos</i>  <i>Fuerzas dinámicas de cálculo, frontales y laterales, ocasionadas por impactos producto del tráfico en ríos o canales, así como la altura de aplicación de la fuerza de impacto y del área de impacto.</i>  <i>Clasificación de las estructuras susceptibles de recibir un impacto de un descarrilamiento ferroviario (apartado 4.5.1.2 de la EN 1991-1-7).</i></p>
<b>4.7 Acciones generadas por grúas</b>	
<p>4.7.1 Para la comprobación del estado límite de servicio, se deben llevar a cabo (o no) ensayos con las grúas posicionadas sobre las estructuras de apoyo <i>(especificar que alternativa sería la recomendable)</i></p>	<p><i>Apartado 2.3(6) de la EN 1991-3.</i></p>
<p>4.7.2 Las siguientes fuerzas deben incluirse en el mismo grupo de cargas simultáneas de los elementos de la grúa. <i>(incluir listado de fuerzas)</i></p>	<p><i>Apartado 2.5.2.2(2) ) de la EN 1991-3.</i>   <i>Especificar una o varias fuerzas de entre las cinco fuerzas horizontales (a) hasta (e) enumeradas en el apartado 2.5.2.2(1) de la norma EN 1991-3.</i></p>
<p>4.7.3 Las fuerzas longitudinales en el plano horizontal (<math>H_{L,i}</math>) y las fuerzas transversales en plano horizontal para ruedas inducidas por la aceleración y desaceleración de las masas de la grúa o el carro transversal, Deberán aplicarse según las siguientes provisiones: <i>(especificar provisiones)</i></p>	<p><i>Apartado 2.5.2.2(4) ) de la EN 1991-3.</i>   <i>Caso contrario serán de aplicación las disposiciones indicadas en la Figura 2.3 de la norma EN 1991-3</i></p>
<p>4.7.4 El número máximo de grúas que debe considerarse actuando en simultaneo será: <i>(especificar el número de grúas)</i></p>	<p><i>Apartado 2.5.3(2) ) de la norma EN 1991-3.</i></p>
<p>4.7.5 La clase de elevación de la grúa será ... <i>(especificar la clase de entre las opciones de HC1 a HC4)</i></p>	<p><i>Debería especificarse la clase de elevación, salvo que la clase sea indicada en la especificación del suministrador de la grúa.</i>   <i>Hacer referencia al Anexo B (informativo) de la norma EN 1911-3</i></p>
<p>4.7.6 La carga vertical aplicable a pasarelas, escaleras y plataforma será igual a: <i>(especificar provisiones)</i></p>	<p><i>Apartado 2.9.1(1) de la EN 1991-1-3.</i>   <i>Si no, serán de aplicación las disposiciones de los apartados 2.9.1(2), 2.9.1(3) o 2.9.1(4)</i></p>
<p>4.7.7 La carga horizontal que debería aplicarse a la barrera de protección será igual a: <i>(especificar provisiones)</i></p>	<p><i>Apartado 2.9.2(1) de la EN 1991-1-3.</i>   <i>Si no, serán de aplicación las disposiciones del apartado 2.9.2(1) o 2.9.2(2)</i></p>
<p>4.7.8 Con la finalidad de tener en cuenta las acciones accidentales relevantes:          - Se utilizarán (o no) esfuerzos de los topes;          - Una grúa con cargas restringidas horizontalmente podría (o no) volcar cuando su carga o izado sujetado choque con algún obstáculo <i>(especificar las condiciones de construcción)</i></p>	



Cláusula propuesta	Comentario
<p>4.7.9 Para tener en cuenta los efectos de fatiga deben considerarse las siguientes condiciones operativas: (especificar las condiciones)</p>	<p><i>Si existe suficiente información las cargas de fatiga pueden determinarse de acuerdo con lo estipulado en la norma EN 13001 y el Anexo A de la norma EN 1993-1-9.</i></p> <p><i>Caso contrario serán de aplicación las disposiciones del apartado 2.12 de la norma EN 1991-3</i></p>
<p><i>(Cláusula opcional cuando se opte por un enfoque simplificado para calcular las cargas de fatiga)</i></p>	
<p>4.7.10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El espectro de las clase de cargas de servicio de la grúa será: (especificar la clase de entre las opciones de clase Q<sub>0</sub> hasta Q<sub>5</sub>)</li> <li>- La clase aplicable al número total de ciclos de trabajo (U<sub>0</sub> a U<sub>9</sub>) durante la vida de diseño de la grúa será: (especificar la clase de entre las opciones de clase U<sub>0</sub> hasta U<sub>9</sub>), La clasificación de la grúa será: (especificar la clase de entre las opciones de S<sub>0</sub> hasta S<sub>9</sub>)</li> </ul>	<p><i>Hacer referencia al indicado en el Anexo B (informativo) de la norma EN 1991-3 cuando la clasificación de la grúa no figure en las especificaciones del fabricante de la grúa</i></p>
<p>4.7.11 El factor parcial para grúas posicionadas sobre estructuras de apoyo a considerar en estados límites de servicio será: (especificar el valor del factor)</p>	<p><i>Cláusula A.3.2(1) del Anexo A de la norma EN 1991-3</i></p> <p><i>Caso contrario, el factor parcial se toma como 1,0.</i></p>
<p><b>4.8 Acciones sísmicas</b></p>	
<p>4.8.1 La clase de importancia del proyecto será ...</p>	<p><i>Tabla 4.3 de la EN 1998-1 Edificios comunes (a parte de escuelas, edificios de bomberos, centrales, hospitales, etc.) corresponden a Clase de Importancia II</i></p>
<p>4.8.2 Especificar el Tipo de Terreno en los correspondientes documentos.</p>	<p><i>Tabla 3.1 de la EN 1998-1 En función de las condiciones particulares del proyecto, los documentos contractuales deberán especificar si deben realizarse estudios del terreno y/o estudios geológicos o no, para identificar el tipo de terreno</i></p>
<p>4.8.3 La zona sísmica del proyecto será ...</p>	<p><i>En base al mapa de zonas, indicado por la Autoridad Nacional, y conforme estipulado en el Anexo Nacional de la EN 1998-1</i></p>
<p>4.8.4 El cálculo de edificios de acero resistentes a terremotos deberá ser en conformidad con el concepto ...</p>	<p><i>DCL, DCM o DCH.</i></p>
<p><b>5. EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE ACERO</b></p>	
<p><b>5.1 Reglas generales</b></p>	
<p>5.1.1 Para asegurar su durabilidad, el edificio y sus elementos deben ser calculados para resistir acciones ambientales (y fatiga si procede) o protegidos contra los efectos de las mismas.</p>	<p><i>Apartado 2.1.3.3(1)B de la EN 1993-1-1.</i></p>

Cláusula propuesta	Comentario
<p>5.1.2 Los efectos del deterioro, corrosión o fatiga del material deben ser tenidos en cuenta para una adecuada selección del material (véase la EN 1993-1-4 y la EN 1993-1-10), y detalles (véase la EN 1993-1-9), o por redundancia estructural y por la elección del sistema de protección contra la corrosión apropiado.</p>	<p><i>Apartado 2.1.3.3(2)B de la EN 1993-1-1.</i></p>
<p>5.1.3 Los siguientes elementos, y su posibilidad de reemplazo seguro debe ser verificado como una situación de cálculo transitorio (<i>incluir lista de elementos del edificio que deben ser reemplazables</i>)</p>	<p><i>Apartado 2.1.3.3(3)B de la EN 1993-1-1.</i></p>
<p>5.1.4 En lo referente al Anexo A1.4 de la EN 1990, flechas verticales (según lo indicado en la Figura A1.1), flechas horizontales (según lo indicado en la Figura A1.2) y vibraciones de las estructuras de acceso público deben cumplir con los siguientes límites: (<i>especificar los estados límites de servicio</i>)</p>	<p><i>Apartado 7 de la EN 1993-1-1.</i></p>
<p><b>5.2 Reglas de aplicación a chapas de acero</b></p>	
<p>5.2.1 La Clase Estructural de la edificación (Clases I hasta III), asociada a las consecuencias de fallo indicadas en el Anexo B de la norma EN 1990, será la estipulada en los documentos correspondientes.</p>	<p><i>Apartado 2(6) de la EN 1993-1-3.</i>  <i>Clase estructural I: para construcciones en las que las chapas de acero son proyectadas para contribuir a la resistencia y estabilidad global de la estructura.</i>  <i>Clase estructural I: para construcciones en las que las chapas de acero son proyectadas para contribuir a la resistencia y estabilidad de elementos estructurales individuales.</i>  <i>Clase estructural III: para construcciones en las que las chapas de acero son utilizadas como un elemento que simplemente transfiere las cargas de la estructura.</i></p>
<p><b>5.4 Cálculo de uniones</b></p>	
<p>5.4.1 La categoría de uniones atornilladas deberá ser en conformidad con lo especificado en los correspondientes documentos.</p>	<p><i>Apartado 3.4.1 de la EN 1993-1-8.</i></p>
<p>5.4.2 Las superficies de fricción para las uniones antideslizantes usando tornillos de 8.8 o 10.9 precargados deberán ser en conformidad con lo especificado en los correspondientes documentos.</p>	<p><i>Apartado 3.9 de la EN 1993-1-8.</i></p>
<p>5.4.3 Según la norma EN ISO 25817, el nivel de cualidad de la soldadura debe ser conforme a lo especificado en los correspondientes documentos.</p>	<p><i>Apartado 4.1 de la EN 1993-1-8.</i></p>
<p>5.4.4 La frecuencia de las inspecciones de las soldaduras será según lo estipulado en la EN 1090-2 y en conformidad con lo especificado en los correspondientes documentos.</p>	<p><i>Apartado 4.1 de la EN 1993-1-8.</i></p>

Cláusula propuesta	Comentario
<b>5.5 Fatiga</b>	
5.5.1 Dimensionar la fatiga mediante el “método de la tolerancia al daño” o utilizando el “método de vida segura” (indicar el método de evaluación a emplear)	<p>Apartado 3(1) de la EN 1993-1-9.</p> <p>En el caso de haber elegido el “método de la tolerancia al daño” será necesario implementar un régimen de inspección y mantenimiento para detección y corrección de daño por fatiga, durante la vida de diseño de la estructura, El “método de vida segura” será indicado como el método adecuado para los casos en que la formación localizada de fisuras en un elemento sea susceptible de ocasionar el fallo del elemento estructural o de toda la estructura.</p>
5.5.2 Para determinar el factor parcial de resistencia a fatiga, utilizando un método específico de evaluación de fatiga, se tomará la clasificación de consecuencia de fallo como “Baja Consecuencia” o “Alta Consecuencia” (especificar la clase de consecuencia)	<p>Apartado 3(7) de la EN 1993-1-9.</p>
<b>5.6 Tenacidad de fractura y resistencia transversal</b>	
5.6.1 Para la elección del material resistente a fractura consultar las orientaciones facilitadas en el apartado 2 de la EN 1993-1-10.	
5.6.2 Para la elección de material con resistencia transversal consultar las orientaciones facilitadas en el apartado 3 de la EN 1993-1-10.	
<b>5.7 Vigas carril</b>	
5.7.1 Cuando se presupone que las vigas carril influyen en la resistencia o rigidez de una viga de rodadura las propiedades de una sección transversal combinada se calculan a partir de: (especificar los límites de desgaste permitidos)	<p>Apartado 4(3) de la EN 1993-6.</p>
5.7.2 Las tolerancias para deformaciones por cargas verticales y horizontales, en zonas expuestas a acciones sísmicas o subsidencias del suelo, se obtienen mediante: (especificar los márgenes adecuadas)	<p>Apartado 4(4) de la EN 1993-6.</p> <p>Estos márgenes deben ser acordados con el fabricante de la grúa y posteriormente incluidos en los planos de inspección y mantenimiento.</p>
5.7.3 Los límites a considerar para deformaciones y desplazamientos son los siguientes: (especificar los límites específicos de aplicación en las combinaciones de carga de servicio)	<p>Apartado 7.3(1) de la EN 1993-6.</p>
<b>6. ESPECIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN</b>	
<b>6.1 Aspectos generales</b>	
6.1.1 Los requisitos para la ejecución de la edificación de estructuras de acero del proyecto se incluyen en los siguientes documentos: (incluir lista)	<p>Incluir una lista de los relevantes planos y otros documentos, incluyendo referencia a la norma 1090-2.</p>

Cláusula propuesta	Comentario
<p><b>6.2 Clase de ejecución</b></p>	
<p>6.2.1 Para la estructura de edificio, de modo general, será de aplicación el concepto EXC2, salvo que se especifique lo contrario en los planos.</p>	<p><i>El uso de clase EXC2 por defecto, proporcionará suficiente fiabilidad para la mayoría de los elementos ordinarios de construcción. En el caso de algunas estructuras, puede que sea necesario realizar inspecciones y pruebas de mayor alcance y/o implementar criterios de calidad más exigentes, de modo general o para detalles específicos. En el caso de detalles específicos, que requieran inspecciones o pruebas especiales, esto debe ser indicado en los planos.</i></p> <p><i>La Tabla A.3 de la norma EN 1090-2 contiene una lista de requisitos relacionados con las clases de ejecución.</i></p> <p><i>El Anexo B de la EN 1090-2 ofrece orientación sobre la elección de las clases de ejecución.</i></p> <p><i>La elección de la clase de ejecución será en función de las categorías de producción y de las categorías de servicio, relacionadas con las clases de consecuencias, según lo estipulado en el Anexo B de la EN 1990.</i></p>
<p><b>6.3 Grados de preparación</b></p>	
<p>6.3.1 El grado de preparación para todas las superficies que requieren la aplicación de pintura y de otros productos relacionados será ... <i>O alternativamente,</i> La vida útil de la protección anticorrosiva será de ... años o la categoría de corrosividad será ...</p>	<p>Los grados de preparación (del P1 al P3 según la ISO 8501-3) tienen relación con la vida prevista de la protección anticorrosiva y la categoría de corrosividad tal y como se define en el § 10 de la EN 1090-2.</p>
<p><b>6.4 Tolerancias geométricas</b></p>	
<p>6.4.1 Para las tolerancias esenciales, será de aplicación lo estipulado en el Anexo D.1 de la norma EN 1090-2. Caso la construcción no esté dentro de los límites de tolerancia establecidos, el proyectista de los trabajos permanentes deberá ser informado y los respectivos ajuste llevados a cabo, si fuera necesario, de modo a mantener el grado de adecuación de la estructura según lo estipulado en las reglas de cálculo.</p>	<p><i>Las tolerancias de fabricación se describen en el apartado 11.2.2 de la EN 1090-2</i></p> <p><i>Las tolerancias de montaje se describen en el apartado 11.2.3 de la EN 1090-2</i></p>
<p>6.4.2 Las tolerancias funcionales (en términos de las desviaciones geométricas aceptadas) deberán estar en consonancia con una de las dos opciones siguientes: los valores tabulados en el apartado 11.3.2 y el Anexo D.2 de la EN 1090-2 o los criterios alternativos estipulados en el apartado 11.3.3 de la EN 1090-2</p>	

Cláusula propuesta	Comentario
<b>7. COMPONENTES DE ACERO</b>	
<b>7.1 Identificación, documentos de inspección y trazabilidad</b>	
7.1.1 Las propiedades para (...) deben cumplir los requisitos indicados en (...).	<i>Apartado 5.1 de la norma EN 1090-2. Especificar los detalles para cualquier componente no abordado por las normas europeas en el listado de la Tabla 2 de la norma EN 1090-2.</i>
7.1.2 Los documentos de inspección (conforme a la norma EN 10204) deben ser los especificados en la tabla 1 de la norma EN 1090-2.	<i>Apartado 5.2 de la EN 1090-2.</i>
<i>(Cláusula opcional)</i>	<i>Apartado 5.2 de la EN 1090-2.</i>
7.1.3 En el caso de las clases de ejecución EXC3 y EXC4, se debe mantener la trazabilidad de los componentes durante todas las fases, desde su recepción hasta su entrega después de su incorporación en la obra.	
7.1.4 En el caso de las clases de ejecución EXC2, EXC3 y EXC4, si existen componentes de distintos grados y/o calidades que se encuentren juntos en tránsito, se deberá incluir en cada elemento una marca que permita identificar su grado.	<i>Apartado 5.2 de la EN 1090-2. Los métodos de marcado elegidos deben cumplir lo especificado en el apartado 6.2 de la norma EN 1090-2. Cuando los componentes no marcados requieren marcado estos deben ser clasificados como productos no conformes.</i>
<b>7.2 Productos de acero estructural</b>	
7.2.1 El grado y la calidad del acero estructural deberán especificarse en los planos.	
7.2.2 Para chapas de acero estructural será de aplicación la Clase A de tolerancia de espesor, en conformidad con lo estipulado en la norma EN 10029.	<i>Apartado 5.3.2 de la norma EN 1090-2 Normalmente es suficiente la Clase A, inclusive cuando sea especificada la clase de ejecución EXC4. Pero cuando la autoridad técnica exija la Clase C, se deberá entonces especificar dicha clase.</i>
7.2.3 Los productos de acero estructural deben cumplir los requisitos de las correspondientes normas europeas sobre productos indicados en el listado de la tabla 2 de la norma EN 1090-2, salvo que se especifique lo contrario. Deben especificarse en los planos los grados, las calidades y, si procede, los pesos de los recubrimientos y los acabados, junto con cualquier aspecto opcional requerido que permita la correspondiente norma, incluyendo aquellos relativos a su aptitud para el galvanizado en caliente, si es necesario.	<i>apartado 5.3.1 de la norma EN 1090-2</i>

Cláusula propuesta	Comentario
<p>7.2.4 En el caso de aceros al carbono la condición de la superficie será la siguiente: Clase A2 para placas, según los requisitos de la norma EN 10163-2 Clase C1 para perfiles, según los requisitos de la norma EN 10163-3. En caso de que sea relevante, las imperfecciones de las superficies (como por ejemplo fisuras, escamado o costuras de unión) o la reparación de defectos superficiales mediante esmerilado, según lo estipulado en la norma EN 10163, deberán cumplir con las siguientes restricciones: <i>(incluir lista de restricciones especiales)</i></p>	<p><i>Apartado 5.3.3 de la norma EN 1090-2</i></p>
<p><i>(Cláusula opcional)</i></p>	
<p>7.2.5 Para EXC3 y EXC4, las localizaciones (y anchura) donde sea requerido la aplicación de discontinuidades internas de clase S1, según lo indicado en la norma EN 10160, estas deberán figurar en los correspondientes planos.</p>	<p><i>Apartado 5.3.1 de la norma EN 1090-2 En especial para uniones cruciformes soldadas que transmitan esfuerzos a través del espesor de la placa, y para áreas cerca diafragmas o rigidizadores de apoyo.</i></p>
<p>7.2.6 Especificar en los planos las áreas donde el material debe cumplir con los requisitos de propiedades mejoradas de deformación perpendicular a la superficie (según la norma EN 10164).</p>	<p><i>Apartado 5.3.1 de la norma EN 1090-2 Dicho material debe ser especificado para uniones cruciformes, en T y de esquina. Emplear solamente donde sea necesario; especificar solamente aquellas partes de la estructura que requieren estas propiedades.</i></p>
<p><b>7.3 Consumibles de soldadura</b></p>	
<p>7.3.1 Todos los consumibles de soldadura deben cumplir los requisitos de la norma EN 13479 y de la correspondiente norma de productos, conforme a lo indicado en la tabla 5 de la norma EN 1090-2. El tipo de consumibles de soldadura deberá ser el apropiado en función del proceso de soldadura (definido en el apartado 7.3 de la norma EN 1090-2), el material a soldar y el procedimiento de soldadura.</p>	<p><i>Apartado 5.5 de la EN 1090-2.</i></p>
<p><b>7.4 Elementos de fijación</b></p>	
<p>7.4.1 Todos los elementos de fijación (tornillos, conectores) deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 5.6 de la norma EN 1090-2, Puntales para soldadura de puntales por arco, incluyendo conectores utilizados en la construcción mixta (acero/hormigón) deben cumplir los requisitos de la norma EN ISO 13918.</p>	
<p>7.4.2 Las clases de calidad para tornillos y tuercas no pretensados y acabados de superficie, deben especificarse en los planos.</p>	
<p>7.4.3 Las clases de calidad para tornillos y tuercas no pretensados y acabados de superficie, deben especificarse en los planos.</p>	<p><i>Los tornillos HV son sensibles al apriete excesivo, por lo que requieren un gran control en obra. No es recomendable usar montajes con tornillos HR y HV en el mismo proyecto.</i></p>

Cláusula propuesta	Comentario
7.4.4 La composición química de conjuntos resistentes a los factores climáticos debe cumplir con los requisitos para conectores de Tipo 3 Grado A, de la norma ASTM A325, o similar.	
7.4.5 Se podrán usar aceros de refuerzo para tornillos de cimentación. En este caso, estos deben cumplir los requisitos especificados en la norma EN 10080 y el grado de acero deberá ser según lo especificado en los planos.	
<i>(Cláusula opcional)</i>	
7.4.6 Cuando los dispositivos de bloqueo son especificados en los planos, estos deben cumplir los requisitos especificados en las correspondientes normas, especificadas en la lista del apartado 5.6.8. de la norma EN 1090-2, y adicionalmente ... <i>(especificar requisitos adicionales para dispositivos de bloqueo)</i>	
<b>7.5 Materiales utilizados en las lechadas</b>	
7.5.1 Los materiales que se vayan a emplear en las lechadas deben especificarse en los correspondientes planos.	
<b>8. PREPARACIÓN Y MONTAJE</b>	
<b>8.1 Identificación</b>	
8.1.1 Se podrán emplear sellos de marcado de aplicación suave o baja presión, excepto en las áreas especificadas en los planos.	<i>Las marcas de sellos de aplicación suave o de baja presión son fácilmente eliminadas por el sistema de protección. El fabricante normalmente cubrirá el área de marcado después de aplicar la imprimación para posteriormente finalizar con un recubrimiento en obra, después del montaje.</i>
8.1.2 Las áreas donde el marcado de identificación no está permitido o que no puede estar visible después de completada la obra se especifican en los planos.	
<b>8.2 Manipulación y almacenamiento</b>	
8.2.1 Los elementos de acero estructural deben embalarse, manipularse y transportarse de manera segura, de modo a evitar deformaciones permanentes y minimizar los daños superficiales. Deberán aplicarse las medidas preventivas para su manipulación y almacenamiento especificadas en la tabla 8 de la norma EN 1090-2.	

Cláusula propuesta	Comentario
<p><b>8.3 Corte</b></p> <p>8.3.1 El corte manual en caliente únicamente debe utilizarse en aquellos casos en los que no resulte práctico utilizar una máquina de corte en caliente. El corte debe llevarse a cabo de forma que se cumplan los requisitos de tolerancias geométricas, dureza máxima y rugosidad de los bordes libres especificados en el apartado 6.4 de la norma EN 1090-2.</p>	
<p><b>8.4 Conformado</b></p> <p>8.4.1 Se deberán aplicar los requisitos contenidos en el apartado 6.5 de la norma EN 1090-2, según corresponda.</p>	
<p><b>8.5 Perforado</b></p> <p>8.5.1 Las dimensiones de los orificios, las tolerancias de los diámetros de estos y la ejecución de la perforación deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 6.6 de la norma EN 1090-2.</p> <p>8.5.2 Si especificado en los planos, los orificios con dimensiones especiales deben ser empleados para la unión de juntas de dilatación</p> <p>8.5.3 Tolerancias especiales para diámetros de orificios deben constar en los correspondientes planos.</p> <p>8.5.4 En el caso de conectores los orificios deben ser perforados o taladrados, y posteriormente escariados.</p> <p>8.5.5 Los cajeados deben realizarse siguiendo lo indicado en los planos.</p>	<p><i>Tolerancias especiales solo deben emplearse en condiciones excepcionales. Al emplear pasadores, deberán especificarse las tolerancias tanto para los orificios como para los pasadores.</i></p> <p><i>Esta opción suele emplearse solamente en casos especiales, tales como cajeados para pasadores en juntas de dilatación. Los detalles deben posteriormente ser indicados en los planos.</i></p>
<p><b>8.6 Montaje</b></p> <p>8.6.1 Se deberán aplicar los requisitos contenidos en los apartados 6.9 y 6.10 de la norma EN 1090-2, según corresponda.</p> <p>8.6.2 Orificios donde no está permitido el alargamiento deben indicarse en los correspondientes planos.</p>	<p><i>Esta opción es de aplicación en, por ejemplo, tornillos de encaje.</i></p>



Cláusula propuesta	Comentario
<p>8.6.3 La aceptación de adiciones o fijaciones provisionales soldadas o la aplicación de soldaduras a tope adicionales a lo especificado en los planos deben ser inspeccionadas según las reglas de diseño. Debe proporcionarse un registro de los detalles de dichas fijaciones y uniones a tope como parte integrante de la documentación de ejecución del constructor. Las áreas con fijaciones provisionales deben ser corregidas. Cuando sea necesario llevar a cabo soldaduras de reparación, estas deben realizarse de acuerdo con los requisitos de la correspondiente norma.</p>	<p><i>En caso de que exista alguna restricción en el posicionamiento de las fijaciones provisionales, esto se debe especificar, tanto en esta cláusula como en los correspondientes planos. Habitualmente, no está permitida la aplicación de las fijaciones provisionales a una distancia de 25 mm de los bordes de las chapas rebordeadas.</i></p>
<p><b>9. SOLDADURA</b></p>	
<p><b>9.1 Aspectos generales</b></p>	
<p>9.1.1 Los trabajos de soldadura deben realizarse de acuerdo con los requisitos especificados en los apartados correspondientes de las normas EN ISO 3834 o EN ISO 14554, según corresponda.</p>	
<p>9.1.2 Debe ser facilitado un planning de los trabajos de soldadura como parte integrante del plan de producción, de acuerdo con los requisitos especificados en los apartados correspondientes de la norma EN ISO 3834.</p>	<p><i>El contenido del plan de soldadura se describe en el apartado 7.2.2 de la EN 1090-2.</i></p>
<p>9.1.3 Los trabajos de soldadura podrán llevarse a cabo de conformidad con los procesos de soldadura indicados en la norma EN ISO 4063.</p>	<p><i>Los procesos de soldadura se enumeran en el apartado 7.3 de la norma EN 1090-2.</i></p>
<p><b>9.2 Calificación de los procesos de soldadura</b></p>	
<p>9.2.1 Los trabajos de soldadura deben realizarse aplicando procedimientos calificados y utilizando Especificaciones y Procedimientos de Soldadura (EPS), de acuerdo con lo dispuesto en el apartado correspondiente de las normas EN ISO 15609, EN ISO 14555 o EN ISO 15620.</p>	<p><i>La calificación de los procedimientos de soldadura, en función de los procesos de soldadura, se describe en los apartados 7.4.1.2 y 7.4.1.3 de la norma EN 1090-2.</i></p>
<p><b>9.3 Máquinas de soldadura y soldadores</b></p>	
<p>9.3.1 Las máquinas de soldadura deben calificarse de acuerdo con los requisitos de la norma EN 287-1 y los soldadores con los de la norma EN 1418. Se deben mantener registros de todas las pruebas de calificación de las máquinas de soldadura y los soldadores.</p>	

Cláusula propuesta	Comentario
<p><b>9.4 Coordinación de los trabajos de soldadura</b></p>	
<p>9.4.1 Los trabajos de soldadura deben ser coordinados por personal cualificado con experiencia acreditada en las operaciones de soldadura que supervise, tal como se especifica en la norma EN ISO 14731.</p>	<p><i>Esta opción es de aplicación en las clases de ejecución EXC2, EXC3 y EXC4. El personal encargado de coordinar los trabajos de soldadura deberá poseer los conocimientos técnicos necesarios para supervisar las operaciones de soldadura y estar debidamente informado sobre los aceros al carbono estructurales, conforme a lo especificado en la tabla 14 de la norma EN 1090-2..</i></p>
<p><b>9.5 Preparación y ejecución de la soldadura</b></p>	
<p>9.5.1 Deben tomarse las precauciones oportunas para evitar la aplicación incorrecta del arco eléctrico; si se diera, la superficie del acero deberá pulirse ligeramente y someterse a una posterior revisión. La comprobación visual debe complementarse con ensayos con líquidos penetrantes o partículas magnéticas.</p>	
<p>9.5.2 Asimismo, deben tomarse las precauciones oportunas para evitar las salpicaduras de metal fundido.</p>	<p><i>Las salpicaduras de soldadura deben eliminarse en el caso de las clases de ejecución EXC3 y EXC4.</i></p>
<p>9.5.3 Los defectos visibles, como grietas, poros y otros defectos no admisibles, se deben eliminar después de cada pasada, antes de proceder a la deposición de las pasadas siguientes.</p>	
<p>9.5.4 Deben eliminarse todos los restos de soldadura tanto de la superficie de cada pasada (antes de realizar la siguiente aplicación) como de la superficie de la soldadura terminada.</p>	
<p>9.5.5 Debe prestarse especial atención a las uniones entre la soldadura y el metal base.</p>	
<p>9.5.6 Los requisitos especiales relativos al esmerilado o la preparación de la superficie de las soldaduras terminadas deben especificarse en los correspondientes planos.</p>	
<p>9.5.7 En la preparación de la unión no deben existir grietas visibles. Si existen, se deberán eliminar mediante esmerilado y se deberá corregir la geometría de la unión, según sea necesario.</p>	
<p>9.5.8 Si se utiliza la soldadura para corregir grandes rebajes (muescas) u otros defectos en la geometría de la unión, deberá emplearse un procedimiento calificado; posteriormente, el área afectada deberá pulirse y adaptarse a la superficie adyacente.</p>	

Cláusula propuesta	Comentario
<p>9.5.9 Todas las superficies a soldar deben estar secas y libres de cualquier material que pueda afectar negativamente a la calidad de las soldaduras o impedir el proceso de soldadura.</p>	<p><i>Como por ej. oxidación, materiales orgánicos o galvanización (deposición electrolítica de metales)</i></p>
<p>9.5.10 Se deberán aplicar los requisitos contenidos en el apartado 7.5.1 al apartado 7.5.16, de la norma EN 1090-2, según corresponda.</p>	
<p><b>9.6 Criterios de aceptación</b></p>	
<p>9.6.1 Los elementos soldados deben cumplir los requisitos especificados en los apartados 10 y 11 de la norma EN 1090-2.</p>	
<p>9.6.2 Los criterios de aceptación de los defectos de soldadura deben cumplir los requisitos establecidos en el apartado 7.6 de la norma EN 1090-2.</p>	
<p><b>10. ELEMENTOS DE FIJACIÓN</b></p>	
<p>10.1 Aspectos generales</p>	
<p>10.1.1 El diámetro nominal mínimo del elemento de sujeción, la longitud del tornillo, la longitud de la protrusión, la longitud sin rosca del cuerpo del tornillo y la longitud del paquete de apriete deben cumplir los requisitos especificados en el § 8.2.2 de la norma EN 1090-2.</p>	
<p>10.1.2 Para las arandelas deben aplicarse los requisitos indicados en el apartado 8.2.3 de la norma EN 1090-2.</p>	
<p>10.1.3 El apriete de los tornillos no pretensados debe cumplir los requisitos especificados en el apartado 8.3 de la norma EN 1090-2. Después del apriete la longitud de la parte sobresaliente debe ser de al menos un filete de rosca medido desde la superficie exterior de la tuerca hasta el extremo del tornillo.</p>	
<p>10.1.4 Tanto las precauciones adoptadas como la preparación de las superficies de contacto en las uniones resistentes al deslizamiento deben cumplir los requisitos contenidos en el apartado 8.4 y la tabla 18 de la norma EN 1090-2. El factor de deslizamiento deberá determinarse mediante ensayo, como se especifica en el Anexo G de la norma EN 1090-2.</p>	
<p>10.1.5 Los métodos de apriete de tornillos pretensados deben cumplir los requisitos indicados en el apartado 8.5 de la norma EN 1090-2, y además los requisitos especiales deben especificarse en los correspondientes documentos.</p>	

Cláusula propuesta	Comentario
10.2 Tornillos	
10.2.1 Las dimensiones de los tornillos estructurales deben especificarse en los correspondientes planos.	
10.2.2 Cuando la estructura es calculada para utilizar la resistencia a corte de los vástagos no roscados de los tornillos, esto debe especificarse en los planos junto con las correspondientes dimensiones de los tornillos	<p><i>Los emplazamientos y dimensiones deben especificarse en los planos. No es aconsejable que la estructura dependa de la resistencia del vástago no roscado en vez de la resistencia del vástago roscado. Esto no es aconsejable pues eso requiere un mayor control sobre el suministro de tornillos y su instalación de modo a poder asegurar que solamente son instaladas piezas no roscadas en la unión donde se requiere una resistencia a corte.</i></p>
10.3 Tuercas	
10.3.1 Las tuercas deben ser instaladas de modo que su marcado de identificación quede visible para posteriores inspecciones durante la fase de montaje.	
10.3.2 Las tuercas deben girar libremente en sus correspondientes tornillos, esto puede ser fácilmente comprobado durante el montaje manual.	<p><i>Cualquier conjunto de tuerca y tornillo donde la tuerca no gire libremente debe ser descartado.</i></p>
10.4 Arandelas	
10.4.1 Las arandelas se aplican por debajo de la tuerca, o de la cabeza del tornillo en el caso de tornillos no pretensados, en función de la pieza que debe girar.	
10.4.2 Para tornillos pretensados: - en tornillos de 8.8, se debe utilizar una arandela por debajo de la cabeza del tornillo o de la tuerca, en función de la pieza que debe girar, - en tornillos de 10.9, se deben utilizar arandelas por debajo de la cabeza del tornillo y de la tuerca.	
10.5 Preparación de las superficies de contacto en las uniones resistentes al deslizamiento	
10.5.1 Debe especificarse en los planos el área de las superficies de contacto en uniones precargadas. En el caso de superficies de contacto en las uniones resistentes al deslizamiento, indicadas en los correspondientes planos, será de aplicación el siguiente procedimiento especial: ... (especificar los requisitos) Las superficies pretratadas deben protegerse adecuadamente hasta que sean unidas.	
10.5.2 La preparación de las superficies de contacto en uniones antideslizantes debe cumplir los requisitos indicados en el apartado 8.4 de la norma EN 1090-2, y además los requisitos especiales deben especificarse en los correspondientes documentos.	

Cláusula propuesta	Comentario
10.6 Apriete de tornillos pretensados	
10.6.1 El valor mínimo nominal de la fuerza de precarga ( $F_{p,c}$ ) debe especificarse en los correspondientes planos.	<i>Habitualmente, <math>F_{p,c} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s</math>.</i>
10.6.2 Deben utilizarse el (los) siguiente(s) métodos de apriete: ... <i>(indicar los métodos específicos de apriete)</i>	<i>En la Tabla 20 de la norma EN 1090-2 pueden hallarse los diferentes métodos de apriete.</i>
10.6.3 Como alternativa a la Tabla 20 de la norma EN 1090-2, podrá utilizarse la calibración indicada en el Anexo H de la norma EN 1090-2: - para todos los métodos de apriete, - para todos los métodos de apriete, excepto el par de apriete. <i>(elija una opción de entre las opciones arriba mencionadas)</i>	
10.6.4 Cuando el apriete de los tornillos es por medio de la rotación de la cabeza del tornillo, se deberán tomar las siguientes precauciones: ... <i>(especificar las precauciones especiales en función del método de apriete seleccionado)</i>	
10.6.5 En el caso de recubrimientos de superficies de gran espesor indicados en los planos, se deberán tomar las siguientes medidas para compensar posibles pérdidas de fuerza de precarga: ... <i>(especificar las medidas especiales en función del método de apriete seleccionado)</i>	<i>Cuando se utilice el par de apriete, esto puede ser llevado a cabo por medio de reapriete pasado algunos días.</i>
10.6.6 Para el método mixto, al emplear el valor $M_{r,1}$ para el primer paso de apriete, se podrá usar (o no) la expresión simplificada $M_{r,1}$ (especificada en el 8.5.4 de la norma EN 1090-2) <i>(elija una opción de entre las opciones arriba mencionadas)</i>	
10.6.7 Para el método mixto, los demás valores indicados en la Tabla 21 de la norma EN 1090-2 solamente se podrán utilizar cuando la calibración sea efectuada de conformidad con lo indicado en el Anexo H de la norma EN 1090-2.	
10.6.8 Para el método HRC, el primer apriete debe repetirse, conforme sea necesario, cuando el preapriete se afloje debido al apriete de los restantes tornillos de la unión.	<i>Se debe completar el primer paso de apriete en todos los tornillos antes de proceder al segundo paso de apriete.</i>
	<i>En las indicaciones facilitadas por el fabricante del equipo podrá hallarse información adicional sobre como identificar si ha sido llevado a cabo el preapriete, por ej. por el cambio en sonido de la llave para tornillos de cabeza degollante, o cuando otros métodos de preapriete sean los adecuados.</i>

Cláusula propuesta	Comentario
<p>10.7 Tornillos de encaje</p> <p>10.7.1 Cuando sea especificado en los planos, la longitud de la porción roscada de un tornillo de encaje podrá ser superar 1/3 del espesor de la chapa, siempre que se cumplan los siguientes requisitos: ... (incluir detalles)</p>	<p><i>Incluir esta cláusula cuando sea necesario obtener dicha autorización y consecuentemente especificar en los planos para que tornillos está permitido un roscado de mayor longitud.</i></p>
<p><b>11. MONTAJE</b></p>	
<p>11.1 El cálculo se basa en el método de construcción y/o las secuencias indicadas en los siguientes documentos: (incluir lista).</p>	<p><i>Incluir listado de planos y otros documentos relevantes. Esta información debe incluir, entre otros, las márgenes para deformaciones permanentes (contraflecha), asiento de apoyos, las premisas para estabilidad provisoria y las premisas sobre condiciones de apuntalamiento/sin apuntalar durante la fase de construcción.</i></p>
<p>11.2 Los requisitos para el arriostramiento provisional, compatible con el método de construcción y/o secuencias de construcción se deben especificar en los planos: (incluir lista)</p>	<p><i>Es responsabilidad del proyectista asegurar que los trabajos permanentes se pueden llevar a cabo de forma segura En los planos será indicado el método de construcción y/o las secuencias siendo igualmente indicado en detalle o en forma de breve instrucción la naturaleza y posicionamientos de los arriostramientos compatibles con dichas secuencias. Estos arriostramientos provisionales serán los que sean necesarios para proporcionar estabilidad a la edificación en condiciones de “acero desnudo” y “hormigón fresco”. Los elementos de arriostramiento provisionales son normalmente calculados por el proyectista de los trabajos permanentes, caso contrario se debe especificar en los documentos contractuales (de preferencia en los planos) que su construcción es de la responsabilidad del constructor.</i></p>
<p>11.3 Las márgenes para deformación permanente y otros dimensionamientos asociados especificadas en los planos correspondientes deben contemplar los efectos cuasi permanentes de las siguientes acciones, usando el cálculo de base del método de montaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Posterior al montaje de la construcción de acero: <ul style="list-style-type: none"> <li>- peso propio de la estructura de acero.</li> </ul> </li> <li>ii) después de terminada la estructura: <ul style="list-style-type: none"> <li>- peso propio de la estructura de acero.</li> <li>- peso propio de la estructura de hormigón.</li> <li>- peso propio de los elementos no estructurales.</li> <li>- los efectos de contracción modificada por la reacción elástica</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Será de la responsabilidad del proyectista calcular los márgenes (es decir, el adicional al perfil nominal) necesarias para compensar los efectos de acciones permanentes, incluyendo los efectos de contracción. Estos márgenes son denominados, en cierta medida con poco rigor, como “contraflecha”</i></p>

Cláusula propuesta	Comentario
<p>11.4 Caso el constructor decida optar por un método alternativo de construcción y/o secuencias alternativas de construcción que difieren de lo especificado en el punto 11.1, el constructor deberá comprobar, en base a las reglas de cálculo, que el método alternativo y/o secuencias alternativas pueden ser implementadas sin cualquier detrimento para los trabajos permanentes. El constructor deberá permitir por lo menos un periodo de ... (insertar número) semanas para la comprobación del método de montaje, según lo indicado en las reglas de cálculo, y en conformidad con lo estipulado por el proyectista de los trabajos permanentes.</p>	<p><i>En estructuras de varias plantas, el cálculo de base del método de montaje será normalmente obtenido por la estrecha colaboración entre el proyectista y el constructor pues el método de montaje a menudo condiciona determinados aspectos de cálculo.</i>  <i>Incluso en menores estructuras o estructuras de menor dimensión un aspecto fundamental a tener en cuenta es que el método de montaje del constructor debe ser compatible con el método base del cálculo de montaje o, en el supuesto que por cualquier motivo este sea distinto, el cálculo de los trabajos permanentes debe ser comprobado de nuevo, para ese método de montaje.</i></p>
<p>11.5 Las dimensiones de la estructura de acero indicadas en los diagramas son especificadas para una temperatura de referencia de ... °C (Insertar la temperatura de referencia)</p>	<p><i>El contratista de la estructura de acero hará los ajustes necesarios para calibrar sus equipos a la temperatura especificada.</i></p>
<p>11.6 El constructor deberá hacer la compensación para los asentamientos de los soportes si dicho asentamiento es distinto de las suposiciones de cálculo.</p>	<p><i>El proyectista establecerá las distintas opciones de asentamiento de los soportes (incluyendo soportes provisionales) en conformidad con los cálculos.</i></p>
<p>11.7 El recubrimiento de acabado del empaquetado de acero (incluyendo un espesor completo de lechada y cualquier hormigón) en conformidad con los requisitos de recubrimiento estipulados en la norma EN 1992.</p>	<p><i>El procedimiento habitual es remover el empaquetado de acero. Los empaquetados más leves no necesitan ser removidos.</i></p>
<p>11.8 Los empaquetados y tuercas de nivelación no necesitan ser removidos, siempre que sea posible comprobar, según las reglas de cálculo, que las mismas no influyen, de forma negativa, en los trabajos permanentes.</p>	<p><i>Se deben comprobar las implicaciones asociadas a la introducción de un punto rígido, en el área de soporte, respecto tanto a los elementos de acero como los elementos de hormigón.</i></p>
<p>11.9 El tratamiento aplicado en las estructuras de acero y superficies de hormigón, antes de la aplicación de la lechada, deberá ceñirse a lo especificado en los planos.</p>	
<p>11.10 Son indicadas en los planos las áreas donde los extremos de la placa base deben ser selladas, sin lechada.</p>	<p><i>Cuando la lechada no esté especificada para áreas de soporte, el perímetro de las placas bases debe ser sellado. Los emplazamientos del sellado deben especificarse en los planos.</i></p>

Cláusula propuesta	Comentario
11.11 Las superficies que estén en contacto con el hormigón, incluyendo la parte inferior de las placas base, deben ser recubiertas por un tratamiento de protección aplicado en la estructura de acero, excluyendo cualquier recubrimiento estético, para los primeros ... mm ( <i>indicar longitud, mínimo 50 mm</i> ) de la longitud incrustada, y en este caso las restantes superficies no requerirán ningún recubrimiento ( <i>o deben ser recubiertas, elija una opción</i> )	<i>Los requisitos adicionales se enumeran en el apartado 10.7 de la norma EN 1090-2.</i>