

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA FASE II DEL PALACIO DE CONGRESOS DE SANTA EULALIA DEL RIO**

PROYECTO DE EJECUCIÓN. ANEJO 05. MEMORIA + PLIEGOS PROYECTO DE ESTRUCTURAS

OCTUBRE 2022

Revisión Diciembre 2022

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Fase II del Palacio de Congresos de Santa Eulalia del Rio

PROMOTOR

Ayuntamiento Santa Eulalia del Rio (Ibiza)

SITUACION

Manzana 7 - Plan Parcial Xarc.

Santa Eulalia Del Rio, Ibiza.

PROYECTISTA

Jesús Ulargui Agurruza / Eduardo Pesquera González

Pesquera Ulargui arquitectos s.l.p.

Proyecto de Estructuras redactado por Joaquin Antuña y Carlos Olmedo

El presente documento es copia de su original del que es autor el proyectista que suscribe el documento. Su producción o cesión a terceros requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo

En Madrid, a 12 de Diciembre de 2022



Fdo: Jesús Ulargui Agurruza / Eduardo Pesquera González

## **INDICE**

1. MEMORIA

## **ANEXOS**

1. ANEXO I. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

## 1. MEMORIA

## **A.1 PRESTACIONES DEL EDIFICIO EN RELACIÓN CON LAS EXIGENCIAS BÁSICAS DEL CTE:**

### **EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE):**

#### EXIGENCIA BÁSICA SE1: Resistencia y estabilidad

El edificio dispone de resistencia y estabilidad suficientes para que en él no se generen riesgos indebidos, manteniéndose dicha resistencia y estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos, y para que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas. Facilita el mantenimiento previsto.

#### EXIGENCIA BÁSICA SE2: Aptitud al servicio

En el edificio no se producirán deformaciones inadmisibles, y los comportamientos dinámicos y las degradaciones o anomalías inadmisibles quedan limitadas a un nivel aceptable de probabilidad.

## **A.2 OTRAS PRESTACIONES DEL EDIFICIO**

### **REQUISITOS BÁSICOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD:**

#### SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

El edificio se ha proyectado para que cumpla todos los requisitos necesarios para que no se produzcan daños que tengan su origen en la cimentación, soportes, vigas, forjados, muros de carga o cualquier otro elemento estructural, ni afecten a éstos, frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, garantizándose así la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio. Se han tenido en cuenta las especiales necesidades de indeformabilidad de los apoyos de los paneles móviles para dimensionar la estructura de cubierta en que se apoyan esos tabiques.

## B. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

### B.1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

Para la determinación de los parámetros y características del suelo que se han considerado en el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación se ha tenido en cuenta el estudio geotécnico realizado por ege Ingeniería del terreno, firmado por Vicente Baños Delgado con fecha de julio de 2022.

Del apartado 8 conclusiones y recomendaciones de dicho estudio se extraen a continuación los resultados más importantes:

*Las necesidades funcionales de la futura estructura establecen una cota teórica de cimentación estimada en 97,62m bajo rasante, en el seno del nivel CCM-MAR. Sobre el nivel CCM-MAR se considera óptimo el planteamiento de una tipología de cimentación superficial aislada o corrida con tensión vertical admisible en servicio 200 kN/m<sup>2</sup>*

*Los parámetros de granulometría y plasticidad de las muestras ensayadas S1/MInalt1 (3,00-3,60) y S5/MInalt1 (13,20-13,50) para la muestra detectada a 3,00m se recomienda la total retirada del nivel ARC (ver apartado 6.2) para la muestra detectada a 13,20m dentro del nivel ARO, no se esperan variaciones de volumetría de dichas arcillas ya que estas se encuentran totalmente sumergidas bajo el nivel freático*

*El test de reconocimiento cualitativo de sulfatos solubles en suelos realizado sobre las muestras del nivel ARC, MAR, concluye en negativo, considerándose improbable la agresividad del terreno al hormigón de la cimentación por presencia de sulfatos. Para la muestra S5/MInalt 1 (13,20-13,50) se detecta un contenido en sulfatos de 2286,03 mg/Kg tratándose de una agresividad débil por sulfatos.*

*El nivel freático se hallaba a la profundidad de 3,15m en fecha de ejecución de los trabajos de campo (1.20m bajo rasante). Se ha analizado el contenido en sulfatos una muestra de agua freática según directrices del anejo 5 de la EHE, obteniéndose una concentración de 53,66 mg/l, y en consecuencia clasificándose como débilmente agresiva al hormigón por presencia de sulfatos. Pese a ello, se recomienda emplear cementos sulfato-resistentes para todos los elementos estructurales en contacto con las aguas freáticas, ya que la muestra sometida a análisis podría haber sido alterada por los fluidos de perforación.*

A la vista de las recomendaciones y resultados de dicho informe, se ha diseñado la cimentación a partir de los siguientes valores y datos de partida:

- Se diseña la cimentación para que la tensión de contacto suelo terreno no supere la tensión de 200 kN/m<sup>2</sup>.
- Todo el nivel correspondiente al terreno del tipo de la muestra S1MInalt1 se retira en la excavación del sótano del edificio.
- Se especifica el uso de cemento resistente a los sulfatos en la elaboración del hormigón de los elementos en contacto con el terreno.
- Ejecución del muro de sótano medianero con el edificio existente por batches.

## B.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

Se trata de un edificio de dos niveles de forjado sobre la rasante del terreno más un forjado de cubierta y un sótano, que ocupa toda la superficie de la parcela prácticamente rectangular, con una superficie aproximada de 6800 m<sup>2</sup>. Las plantas de acceso, baja y sótano ocupan toda la superficie, mientras que el contorno de la cubierta está retranqueado respecto a los límites del edificio, de modo que ocupa un rectángulo de 89,5 m por 37,50 m. La estructura es de hormigón armado con forjados realizados con placas alveolares sobre pórticos de vigas y pilares en la dirección corta de la planta, hormigonados en obra en las plantas baja y de acceso. Sobre la cota de acceso, la estructura vertical está formada por pantallas y muros de hormigón armado. El forjado de cubierta también está realizado con placas alveolares sobre celosías de perfiles laminados. Las celosías y forjados de cubierta apoyan en muros de hormigón armado.

### Periodo de servicio previsto.

La estructura se ha proyectado para que sea capaz de soportar todas las acciones que le puedan solicitar durante la construcción y el período de vida útil previsto en el proyecto, así como la agresividad del ambiente.

El periodo de servicio o vida útil de la estructura ( $t_g$ ) es el período de tiempo, a partir de su puesta en servicio, durante el que debe mantener unas condiciones de seguridad, funcionalidad y aspecto aceptables. Durante ese período requerirá una conservación normal adecuada, pero no requerirá operaciones de rehabilitación. En función de las características del edificio, se adopta un período de 100 años.

### B.2.1 CIMENTACIÓN

La cimentación de la edificación se realiza mediante zapatas de diferentes dimensiones, arriostradas entre sí mediante la losa de hormigón armado de 30 cm o 60 cm de espesor según las zonas del edificio. En el perímetro del edificio se proyecta un muro de sótano de hormigón armado de 25 cm de espesor. Uno de los lados es medianero con el edificio existente y se ejecutará por bataches.

Las zapatas proyectadas son rígidas, es decir que el canto del cimiento es mayor o igual que la mitad del vuelo del mismo. Este tipo de cimiento directo en relación con el terreno considerado se supone rígido en relación con las distribuciones de tensiones en el terreno.

Se ha considerado una tensión admisible en base de la zapata de 200 kN/m<sup>2</sup> de acuerdo con lo indicado en el estudio geotécnico al que se ha hecho referencia anteriormente.

Todos los pilares que llegan hasta las zapatas son de hormigón armado, debiendo dejar en espera las correspondientes armaduras de solape con los pilares.

La losa se apoya sobre una capa de encachado de 50 cm de espesor, que se dispone en la superficie libre que dejan las zapatas. En las zonas en las que se disponen zapatas, la losa se hormigonará al mismo tiempo que las zapatas dejando en espera las armaduras de la losa, por lo que las zapatas deberán encofrarse hasta la cara superior de la losa, dejando las esperas necesarias.

Debido a la cota de nivel freático indicada en el estudio geotécnico, se ha tenido en cuenta la subpresión hidrostática que provoca que la excavación quede por debajo de dicha cota. La losa de cimentación se ha calculado considerando dicha subpresión.

### B.2.2 ESTRUCTURA

Se trata de una estructura compuesta por los siguientes elementos:

- Placas alveolares con losa de hormigón de diferentes espesores indicados en planos.
- En las plantas por debajo de la cota de acceso, soportes son de hormigón armado.
- Por encima de la planta de acceso la estructura vertical está formada por muros de hormigón de 25 cm de espesor.
- Las vigas de las plantas de acceso y baja son de hormigón armado con sección en T invertida, y se ejecutarán antes de colocar las placas alveolares, sobre las que apoyarán. Estas vigas deberán permanecer apuntaladas mientras se ejecuta el forjado de placas alveolares.
- Las losas de escalera son de hormigón armado, así como algunos forjados que se disponen a diferentes alturas.
- Las rampas de acceso de vehículos, así como el muelle de carga se resuelven con placas alveolares.
- La celosía de cubierta está formada por perfiles laminados de diferentes tipo y tamaños. Deberá ir galvanizada en caliente y montarse en obra mediante tornillos. Toda la estructura metálica deberá galvanizarse por lo que las uniones en obra serán atornilladas, evitando en lo posible la soldadura en la obra. En caso que fuese necesario

realizar alguna soldadura, deberá protegerse la zona utilizando pinturas ricas en cinc.

### **B.2.3 BASES DE CÁLCULO E HIPÓTESIS ADOPTADAS**

El método de cálculo aplicado es el de los **Estados Límite**, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales. La comprobación estructural parte de la consideración de los valores característicos de las acciones y propiedades de los materiales establecidos en el CTE y como medidas geométricas del edificio, las deducidas de los planos. La constatación de que existe suficiente seguridad se ha realizado aplicando a las acciones y a los materiales unos coeficientes parciales de seguridad que dan lugar a los valores de cálculo. Para la obtención de las solicitaciones se han considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

#### **Exigencias básicas de Seguridad Estructural [SE]**

**[SE1]** ESTABILIDAD. Las comprobaciones de estabilidad se establecen en términos de equilibrio, usando coeficientes de seguridad diferenciados para las acciones estabilizadoras y las desestabilizadoras. En edificios usuales no es preciso considerar el equilibrio global, salvo en elementos aislados de fábrica.

RESISTENCIA. Las comprobaciones de resistencia se establecen de manera que el valor de los efectos mecánicos de las acciones no llegue al correspondiente de la capacidad resistente.

Para esta exigencia básica se consideran estados límite últimos los debidos a:

- ELU1 pérdida de equilibrio de la estructura, o parte independiente de la misma;
- ELU2 fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales o de sus uniones

**[SE2]** RIGIDEZ. Las comprobaciones de aptitud al servicio se establecen de manera que el valor de los efectos geométricos de las acciones sea menor que los valores límite establecidos.

Para esta exigencia básica se consideran estados límite de servicio debidos a:

- ELS1 deformaciones que afecten a la apariencia de la estructura o al confort de los usuarios;
- ELS2 vibraciones que causen una falta de confort a los usuarios;
- ELS3 deterioro que afecte desfavorablemente a la apariencia de la estructura, a su durabilidad o funcionalidad.

#### **Comprobaciones**

##### ***Cimentaciones y elementos de contención***

El comportamiento de la cimentación se ha comprobado frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. Las verificaciones están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo (apartado 2.2.2 DB SE-C). Se han considerado las acciones que actúan sobre el edificio según DB SE-AE y lo indicado en el apartado 2.3.2 "Acciones", del DB SE-C.

##### ***Hormigón armado***

Definidos los estados de carga según su origen, para los elementos estructurales de hormigón del proyecto, se ha procedido a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes parciales de seguridad correspondientes, de acuerdo con las hipótesis básicas definidas en los artículos correspondientes del CE y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el CTE DB SE.

##### ***Acero laminado y conformado***

En cuanto a los elementos estructurales de acero, estos se han diseñado y calculado de acuerdo con la norma CTE DB SE-A y el CE. La estructura se ha supuesto sometida a acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos. Para el cálculo de los elementos comprimidos se ha tenido en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral.

El efecto de las imperfecciones iniciales se ha considerado mediante la introducción de un conjunto de acciones equivalentes, de acuerdo con el art. 5.4.2 de CTE DB SE-A.

#### **Métodos y programas de cálculo utilizados**

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de algunos elementos estructurales, se han utilizado, en su caso, los programas de cálculo con ordenador que a continuación se listan, así como diversos programas/hojas de cálculo de

realización propia:

- CYPE 3D versión 2022  
Empresa distribuidora: CYPE Ingenieros, S.A.  
Cálculo matricial para dimensionamiento de estructuras de hormigón según la normativa vigente: Código Técnico de Edificación y CE.

### **Tipo de análisis efectuado por el programa CYPE 3D y uso del mismo**

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas, muros, vigas y/o forjados. Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral o el método simplificado propuesto en el art. 3.7 de la norma NSCE-02, si procede), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

El programa se ha utilizado para obtener los esfuerzos y posterior armado de pilares de hormigón bajo la acción de las cargas gravitatorias.

### **Cálculos manuales**

El análisis de la estructura ante acciones horizontales (en este caso viento) se ha realizado manualmente, considerando que dichas acciones se absorben por parte de los elementos verticales de gran rigidez (las distintas pantallas y muros de hormigón armado). Las pantallas distribuyen dicha carga hasta el forjado de suelo de planta baja, que está completamente rodeado por elementos verticales en contacto con el terreno (muros de sótano).

Se han realizado análisis manuales mediante cálculo plástico en el caso de elementos de acero trabajando a flexión (vigas, placas, etc.), determinando las solicitaciones sin presuponer rigidez alguna y garantizando el equilibrio. Para determinar dichas solicitaciones se tendrá en cuenta la ductilidad del material empleado y su capacidad para que se produzcan rótulas plásticas. Por lo general, la determinación de solicitaciones irá encaminada a igualar los valores máximos de la flexión en nudo y en el centro de vano, en forjados y vigas. La misma estrategia se ha seguido para el armado de vigas de hormigón armado, que se han calculado en general como vigas continuas pasantes sobre los apoyos (pilares) y empotradas en las pantallas de hormigón armado en su misma dirección, considerando que existe la suficiente capacidad de giro plástico en función de las esbelteces tan reducidas de las vigas.

### **Estados límite de servicio**

#### *Deformación en elementos de hormigón armado*

Los espesores de los diferentes elementos utilizados se han elegido de manera que la esbeltez obtenida asegura que se cumplen los requisitos de rigidez.

#### *Fisuración en elementos de hormigón armado*

De acuerdo con la clase de exposición considerada, XS1, los valores de la abertura máxima de fisura son de 0,2 mm (tabla 27.2 CE, anejo 19). Considerando la combinación de cargas cuasipermanente, se ha comprobado dicha limitación empleando la tabla A.19.7.2 que indica diámetro máximo de las barras para la tensión del acero en servicio.

## B.2.4 ACCIONES

### B.2.4.1 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

Los coeficientes parciales de seguridad aplicados para las acciones son (DB SE tabla 4.1):

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

### Combinaciones de acciones consideradas

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo de los efectos de las acciones que actúan sobre la estructura se han obtenido mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2 aplicados a los valores característicos que se listan más abajo.

Los coeficientes de simultaneidad considerados son (DB SE tabla 4.2):

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas Categoría B	0,7	0,5	0,3
• Zonas Categoría C	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubierta transitable (Categoría F)	0,7	0,5	0,3
• Cubierta no transitable (Categoría G)	0,0	0,0	0,0
Nieve			
• altitud $\leq$ 1000 m	0,7	0,5	0
Viento	0,6	0,5	0

## B.2.4.2 ACCIONES CONSIDERADAS

### ACCIONES GRAVITATORIAS (valores característicos)

Los valores de cargas variables indicados en general incluyen el efecto de alternancia de carga. Sin embargo, en el caso de sobrecargas fuertes, como en biblioteca o zona de maquinaria, para el cálculo de la estructura horizontal se ha tenido en cuenta el efecto de las alternancias.

Del lado de la seguridad no se ha considerado ninguna de las reducciones de sobrecargas indicadas en DB SE-AE 3.1.2

#### FORJADO DE CUBIERTA (cubierta plana no transitable)

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de placas alveolares 15+5	3,60 kN/m <sup>2</sup>
Formación de pendientes con hormigón ligero, impermeabilización	1,40 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso (G1) no concomitante con el resto de cargas variables	1,00 kN/m <sup>2</sup>

#### FORJADO DE CUBIERTA (cubierta plana en terraza)

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de placas alveolares 15+5	3,60 kN/m <sup>2</sup>
Formación de pendientes con hormigón ligero, impermeabilización	1,40 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso (C5)	5,00 kN/m <sup>2</sup>

#### LOSAS DE TECHO (cubierta plana no transitable)

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de losa de 15 cm de espesor	3,80 kN/m <sup>2</sup>
Solado	1,00 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso (G1) Accesible únicamente para mantenimiento	1,00 kN/m <sup>2</sup>

#### FORJADO DE APOYO DE MAQUINARIA

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de placas alveolares 15+5	3,60 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	1,40 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso, peso de maquinaria	5,00 kN/m <sup>2</sup>

#### FORJADO DE PLANTA ACCESO

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de placas alveolares 25+6	4,70 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	1,60 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso (c5)	5,00 kN/m <sup>2</sup>

#### FORJADO DE PLANTA ACCESO ZONA JARDINERAS

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de losa 31 cm	7,70 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	
Relleno de tierra 1 m	20,00 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso (c5)	5,00 kN/m <sup>2</sup>

#### FORJADO DE PLANTA BAJA ZONA ALMACENAJE

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio de placas alveolares 25+6	4,70 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	1,60 kN/m <sup>2</sup>
CARGAS VARIABLES	
Sobrecarga de uso almacén	7,00 kN/m <sup>2</sup>

De acuerdo con lo indicado en DB SE-AE 3.1.1.5, *para las zonas de almacén o biblioteca, se consignará en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento el valor de sobrecarga media, y en su caso, distribución de carga, para la que se ha calculado la zona, debiendo figurar en obra una placa con dicho valor.*

#### FORJADO DE PLANTA BAJA ZONA GARAJE

CARGAS PERMANENTES

Peso propio de placas alveolares 25+6	4,70 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	1,60 kN/m <sup>2</sup>
<b>CARGAS VARIABLES</b>	
Sobrecarga de uso (E vehículos peso total < 3 kN)	5,00 kN/m <sup>2</sup>
De acuerdo con lo indicado en DB SE-AE 3.1.1.2, y llamada (1) de la tabla 3.1, este valor proviene de la suma de una carga uniforme de 2 kN/m <sup>2</sup> y de considerar la carga concentrada actuando simultáneamente como una sobrecarga uniformemente distribuida de 2 kN/m <sup>2</sup> en el caso de losas; es decir 4 kN/m <sup>2</sup> ; aunque se ha optado por considerar una carga de 5,0 kN/m <sup>2</sup> .	

#### FORJADO DE MUELLE DE CARGA

<b>CARGAS PERMANENTES</b>	
Peso propio de placas alveolares 30+10	6,50 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	1,60 kN/m <sup>2</sup>
<b>CARGAS VARIABLES</b>	
Sobrecarga de uso	9,00 kN/m <sup>2</sup>
Más dos ejes de 300 kN separados 1,2m	

#### **ACCIÓN DE VIENTO** (valores característicos)

De acuerdo con DB-CTE-AE 3.3.2, la acción del viento se expresa como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$q_e$  presión dinámica de viento, zona C = 0,52 kN/m<sup>2</sup>.

$C_e$  coeficiente de exposición = 3,1 (altura considerada 12 metros, borde del mar)

$C_p$  coeficiente eólico; en función de las esbelteces en las existentes en las dos direcciones, se obtienen los siguientes coeficientes para ambas:

presión  $C_p = 0,70$  + succión  $C_p = 0,3$

$q_e = 1,10$  kN/m<sup>2</sup> (presión) + 0,48 kN/m<sup>2</sup> (succión)

#### **ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS**

Debido a la longitud del edificio, se ha dispuesto una junta de dilatación que divide en dos la construcción sobre el forjado de planta baja. En el forjado de planta baja, y bajo su cota, no continúa la junta. Se considera que las variaciones de temperatura en esas cotas (bajo rasante) son muy reducidas, y por tanto no se dispone junta de dilatación bajo esa cota. El efecto de la retracción del hormigón se resistirá mediante los armados de los elementos superficiales (capa de compresión del forjado y muros de sótano), y mediante la adecuada ejecución de juntas de retracción al hormigonar.

#### **ACCIONES ACCIDENTALES. SISMO.**

De acuerdo con la norma NCSE-02, por la ubicación de la edificación, Santa Eulalia del Río (Islas Baleares), con una aceleración sísmica básica igual a 0,04g (anejo 1 NCSE-02), al estar proyectado el edificio con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones no es necesaria la aplicación de la norma.

#### **ACCIONES ACCIDENTALES. IMPACTO.** (DB SE-AE 4.3.2; fuerzas estáticas equivalentes en valores de cálculo)

VEHÍCULOS hasta 30 kN de peso total

En la dirección paralela a la vía 50 kN

En la dirección perpendicular 25 kN

La fuerza equivalente de impacto se considerará actuando en un plano horizontal y se aplicará sobre una superficie rectangular de 0,25 m de altura y una anchura de 1,5 m, o la anchura del elemento si es menor, y a una altura de 0,6 m por encima del nivel de rodadura, en el caso de elementos verticales, o la altura del elemento, si es menor que 1,8 m en los horizontales.

#### **ACCIONES DERIVADAS DEL EMPUJE DEL TERRENO**

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se han evaluado y tratado según establece el DB SE-C.

## B.2.5 MATERIALES

### B.2.5.1 HORMIGÓN ARMADO

#### Coeficientes de Seguridad del Material y Niveles de Control Previstos

(Igual toda la obra)

HORMIGÓN. Coef. minoración material:	$\gamma_c = 1,50$
ACERO. Coef. minoración del material:	$\gamma_s = 1,15$
Nivel de control de la ejecución:	NORMAL

#### Tipos de hormigón

<b>Cimentación</b>	Zapatas y muros de sótano
Clase/s de exposición:	XS1 + XA1
Designación:	<b>HA-30/B/20/XS1+XA1</b>
Resistencia característica a 28 días fck:	30 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fcd:	20 N/mm <sup>2</sup>
Tipo de cemento:	Comunes. SR
Máxima relación agua/cemento (durab.):	0,55
Mínimo contenido de cemento (durab.):	325 kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo de árido:	20 mm
Consistencia del hormigón:	Blanda
Asiento Cono de Abrams:	6 a 9 cm
Sistema de compactación:	Vibrado
Acero en barras.	
Designación:	B-500 S (soldable)
Límite elástico fyk:	500 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fyd:	434 N/mm <sup>2</sup>

<b>Planta sótano y suelo de planta baja</b>	Soportes y pantallas de planta sótano, losa y vigas de planta baja
Clase/s de exposición:	XS1
Designación:	HA-30/B/16/XS1
Resistencia característica a 28 días fck:	30 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fcd:	20 N/mm <sup>2</sup>
Tipo de cemento:	Comunes. CEM I
Máxima relación agua/cemento (durab.):	0,55
Mínimo contenido de cemento (durab.):	300 kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo de árido:	16 mm
Consistencia del hormigón:	Blanda
Asiento del cono de Abrams:	6 a 9 cm
Sistema de compactación:	Vibrado
Acero en barras.	
Designación:	B-500 S (soldable)
Límite elástico fyk:	500 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fyd:	434 N/mm <sup>2</sup>

<b>Resto de la estructura</b>	Losas y vigas del resto de forjados; losas de escaleras; pantallas del resto de plantas
Clase/s de exposición:	XS1
Designación:	HA-30/B/16/XS1
Resistencia característica a 28 días fck:	30 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fcd:	20 N/mm <sup>2</sup>
Tipo de cemento:	Comunes. CEM I SR
Máxima relación agua/cemento (durab.):	0,55
Mínimo contenido de cemento (durab.):	300 kg/m <sup>3</sup>

Tamaño máximo de árido:	6 mm
Consistencia del hormigón:	Blanda
Asiento del cono de Abrams:	6 a 9 cm
Sistema de compactación:	Vibrado
Acero en barras.	
Designación:	B-500 S (soldable)
Límite elástico fyk:	500 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia de cálculo fyd:	434 N/mm <sup>2</sup>

#### Armaduras: longitudes de anclaje y solapo:

POSICIÓN I: Adherencia buena.

POSICIÓN II: Adherencia deficiente.

Lb	Longitudes de anclaje barras corrugadas. Prolongación recta. Longitudes de solapo barras corrugadas. Compresión.							
	Ø	8	10	12	14	16	20	25
HA-30	POS. I	20	25	30	35	40	55	85
B-500-S	POS. II	30	40	45	50	60	75	115

Ls	Longitudes de solapo barras corrugadas. Tracción							
	Ø	8	10	12	14	16	20	25
HA-30	POS. I	40	50	60	70	80	105	165
B-500-S	POS. II	60	75	90	100	115	150	230

#### Armaduras: recubrimiento:

La clase de exposición adoptada en la obra es XS1: entorno expuesto a aerosoles marinos, pero no en contacto directo con el agua de mar (elementos estructurales de hormigón armado o pretensado sometidos a los aerosoles marinos, ubicados en la costa o cerca de la costa). Para ello y en función de la vida útil del proyecto el recubrimiento mínimo de las armaduras es de 30 mm; y el recubrimiento nominal indicado en planos es de 40 mm.

En los paramentos de los elementos de hormigón con revestimientos permanentes como solados (es decir las caras superiores de vigas y forjados), se considera que la clase de exposición no es XS1, y por tanto el recubrimiento puede ser menor.

#### B.2.5.2 ACERO ESTRUCTURAL

##### Coefficientes de Seguridad del Material:

Plastificación del material:	$\gamma_{M0} =$	1,05	Capítulo 2, art. 2.3.3. CTE DB SE-A
Fenómenos de inestabilidad:	$\gamma_{M1} =$	1,10	Capítulo 2, art. 2.3.3. CTE DB SE-A
Resistencia última material / sección:	$\gamma_{M2} =$	1,25	Capítulo 2, art. 2.3.3. CTE DB SE-A
Nivel de control de la ejecución:	NORMAL		

#### Aceros en placas, chapas y perfiles laminados en caliente

Se usará acero estructural **S-275 JR** (según nomenclatura UNE-EN 10025).

#### Aceros en pernos

El acero para los pernos de anclaje será (características según EHE):

Tipo de acero:	B-500 S (soldable)	UNE-EN 10080
Límite elástico fyk:	500 N/mm <sup>2</sup>	
Límite de rotura fuk:	550 N/mm <sup>2</sup>	

#### Materiales de aportación

Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. Las calidades de los materiales de aportación ajustadas a la norma UNE-EN ISO 14555:1999 se considerarán aceptables.

#### C. CUMPLIMIENTO DEL CTE

## C.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

En relación con la entrada en vigor del Código estructural (CE), aprobado por Real Decreto 470/2021 de 29 de junio, publicado en el BOE el 10 de agosto de 2021, este, en su Disposición transitoria única, Aplicación a proyectos y obras, indica lo siguiente:

*Lo dispuesto en este real decreto no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor, se acordase acomodar el proyecto al contenido del «Código estructural»*

Como quiera que el contrato para la redacción de este proyecto tiene fecha de 19 de noviembre de 2019, y la entrada en vigor del citado CE ha sido el 10 de noviembre de 2022, en este proyecto no se ha tenido en cuenta el CE, siendo la normativa observada en este apartado la que se relaciona a continuación:

- **DB-CTE-SE.** Seguridad estructural
- **DB-CTE-SE-AE.** Acciones.
- **DB-CTE-SE-C.** Seguridad estructural. Cimientos.
- **DB-CTE-SE-A.** Seguridad estructural. Acero.
- **CE.** Código Estructural.
- **NCSE-02.** Norma de Construcción Sismorresistente.

Se tiene también en cuenta el cumplimiento del DB SI-6. Resistencia al fuego de la estructura, desarrollado en el apartado de la memoria correspondiente al cumplimiento del CTE-SI. Seguridad en caso de incendio.

---

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, martes 28 marzo 2006).

### CTE – PARTE I, CAPÍTULO 3. EXIGENCIAS BÁSICAS.

#### Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).

El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB SE-A Acero», «DB SE-F Fábrica» y «DB SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

Las estructuras de hormigón están reguladas por Código Estructural.

10.1 Exigencia básica SE1: Resistencia y estabilidad: la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2 Exigencia básica SE2: Aptitud al servicio: la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

---

Lo indicado a continuación se complementa o detalla con lo expuesto en los apartados B.1 y B.2 de la presente memoria.

## **C.1.1 DB SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

### **SE.1. Generalidades.**

#### **Ámbito de aplicación y consideraciones previas.**

Este DB establece los principios y los requisitos que han sido considerados relativos a la estabilidad y la resistencia mecánica del edificio/construcción, así como su aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad.

### **SE.2. Documentación.**

El contenido del presente proyecto cumple con lo descrito en el Anejo I - CTE y en el punto 2.1 del DB SE.

### **SE.3. Análisis estructural y dimensionado.**

#### **Generalidades.**

La comprobación estructural del edificio/construcción ha requerido: a) determinar las situaciones de dimensionado; b) establecer acciones y modelos; c) realizar análisis d) verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los Estados Límite.

#### **Estados límite.**

Método de comprobación utilizado: Método de los Estados Límite.

Estados Límite: Situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

#### **Variables básicas.**

El análisis estructural se ha realizado mediante modelos en los que intervienen las variables básicas, las cuales representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de los materiales y del terreno, y datos geométricos.

#### **Modelos para el análisis estructural.**

A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.

#### **Verificaciones.**

En el marco del método de los Estados Límite, el cumplimiento de las exigencias estructurales se ha comprobado utilizando el formato de los coeficientes parciales.

### **SE.4. Verificaciones basadas en coeficientes parciales.**

#### **Generalidades.**

En la verificación de los Estados Límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se han utilizado los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por sus correspondientes coeficientes.

#### **Capacidad portante.**

ELU1. Estabilidad: Se ha considerado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio/construcción o de una parte independiente del mismo, cuando para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$Ed,dst \leq Ed,stab$$

Ed,dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras  
Ed,stab: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

ELU2. Resistencia: Se ha considerado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, cuando para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$Ed \leq Rd$$

Ed: valor de cálculo del efecto de las acciones  
Rd: valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Comportamiento no lineal: En el presente proyecto, la relación entre las acciones y su efecto puede, en todos los casos, aproximarse de forma lineal.

Valor de cálculo de la Resistencia  $f_d$ : El valor de cálculo de la resistencia de una estructura, elemento, sección, punto o unión entre elementos se ha obtenido de cálculos basados en sus características geométricas a partir de modelos de comportamiento del efecto analizado, y de la resistencia de cálculo  $f_d$  de los materiales implicados, que en general se expresa como cociente entre la resistencia característica,  $f_k$ , y el coeficiente de seguridad del material,  $\gamma_M$ .

### **Aptitud al servicio.**

Se ha considerado un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones (ELS1), las vibraciones (ELS2) o el deterioro (ELS3) si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

$$E_c \leq C_d$$

$E_c$ : efecto de las acciones

$C_d$ : valor límite admisible

### **Efectos del tiempo.**

Durabilidad: Se asegura que la influencia de acciones químicas, físicas o biológicas a las que está sometido el edificio/construcción no compromete su capacidad portante. En estructuras normales de edificación, como el presente proyecto, la aplicación del método implícito (mediante medidas preventivas distintas al análisis estructural, relacionadas con las características de los materiales, los detalles constructivos, los sistemas de protección o los efectos de las acciones en condiciones de servicio) ha resultado suficiente.

Fatiga: No resulta necesario comprobar el estado límite de fatiga, salvo por lo que respecta, en su caso, a los elementos estructurales internos de los equipos de elevación.

Efectos reológicos: Para la variación en el tiempo de los efectos reológicos, se ha tenido en cuenta la información incluida en los DB correspondientes para los diferentes materiales empleados.

## **C.1.2. DB SE-AE: ACCIONES**

### **SE-AE.1. Generalidades.**

Todas las acciones que se han considerado son conformes a lo establecido en DB SE-AE y en EHE-08, y han quedado detalladas en el capítulo B.2.4 de la presente memoria.

### **SE-AE.B. Unidades.**

Se utiliza el Sistema Internacional (SI) de Unidades de Medida. A efectos prácticos, se ha considerado la siguiente correspondencia entre las unidades de fuerza de los sistemas MKS y SI:

$$1 \text{ kilopondio (1 kp)} = 10 \text{ Newton (10 N)}$$

## **C.1.3. DB SE-C: CIMENTACIONES**

### **SE-C.1. Generalidades.**

El campo de aplicación de este DB es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación y de contención diseñados en el presente proyecto, en relación con el terreno.

### **SE-C.2. Bases de cálculo.**

#### **Generalidades.**

El comportamiento de la cimentación se ha comprobado frente a la capacidad portante (estabilidad y resistencia) y la aptitud al servicio. Las comprobaciones de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se han efectuado para las situaciones de dimensionado que se consideran en la norma.

#### **Método de los estados límite.**

Para el dimensionado de la cimentación se ha distinguido entre Estados Límite:

- a) Últimos: asociados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.
- pérdida de la capacidad portante del terreno de apoyo: hundimiento, deslizamiento o vuelco;

- pérdida de la estabilidad global del terreno;
- fallo estructural;
- efectos que dependen del tiempo: durabilidad del material, fatiga del terreno.

b) Servicio: asociados con determinados requisitos impuestos a las deformaciones del terreno por razones estéticas y de servicio.

- movimientos excesivos que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
- vibraciones que pueden producir falta de confort en las personas o reducir su eficacia funcional;
- deterioro que puede afectar a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

### **Variables básicas.**

Acciones: Para cada situación de dimensionado de la cimentación se ha distinguido entre acciones que actúan sobre el edificio y acciones geotécnicas que se transmiten o generan a través del terreno en que se apoya.

Acciones sobre el edificio: Se han considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB SE y DB SE-AE.

Acciones del edificio sobre la cimentación: El valor de cálculo de los efectos de las acciones sobre la cimentación se determina de acuerdo con DB SE.

Acciones geotécnicas sobre la cimentación:

- acciones que actúan directamente sobre el terreno y que por razones de proximidad pueden afectar al comportamiento de la cimentación;
- cargas y empujes debidos al peso propio del terreno;
- acciones del agua existente en el interior del terreno.

Modelo geotécnico: Para cada situación de dimensionado y estado límite se define un modelo geotécnico que incorpora junto con los distintos tipos de materiales y sus superficies de contacto, los niveles piezométricos pertinentes. Las características del terreno han quedado representadas por una serie de valores característicos deducidos de la investigación geotécnica.

Materiales: Las características de los materiales utilizados en la construcción de la cimentación se representan mediante sus valores característicos, determinados de acuerdo con el apartado 3.3.4 del DB SE.

Datos geométricos: A la hora de definir la configuración geométrica de la cimentación se han tenido en cuenta las consideraciones del DB SE-C, habiendo dedicado especial atención a la cota y pendiente de la superficie del terreno, los niveles de excavación y los niveles piezométricos del agua del terreno.

### **Verificaciones. Formato de los coeficientes parciales.**

Estados Límite Últimos: Para las diferentes situaciones de dimensionado se han verificado los estados límite últimos correspondientes, según se indica en el apartado 2.2.1. En todas estas verificaciones se han utilizado los valores de cálculo de las variables involucradas.

#### **ELU1. ESTABILIDAD. VUELCO O SUBPRESIÓN:**

$$Ed, dst \leq Ed, stb$$

Ed, dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras  
Ed, stb: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

#### **ELU 2. RESISTENCIA DEL TERRENO. Hundimiento, deslizamiento y estabilidad global:**

$$Ed \leq Rd$$

Ed: valor de cálculo del efecto de las acciones  
Rd: valor de cálculo de la resistencia del terreno

#### **ELU 3. CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN.**

La resistencia de la cimentación ha quedado verificada cuando el valor de cálculo del efecto de las acciones de edificio y del terreno sobre la cimentación, no supera el valor de cálculo de la resistencia de la cimentación como elemento estructural.

Valores de cálculo del efecto de las acciones Ed: Los valores de cálculo de los efectos de las acciones sobre la cimentación se han determinado, para cada situación de dimensionado, a partir de la combinación de acciones que se deben considerar simultáneamente. Esto incluye tanto las acciones del edificio sobre la cimentación, como las acciones geotécnicas transmitidas o generadas por el terreno sobre la misma. El valor de cálculo del efecto de las acciones para cada situación de dimensionado se ha determinado en apartados anteriores de esta memoria.

Valor de cálculo de la resistencia del terreno Rd: El valor de cálculo de la resistencia del terreno se ha determinado utilizando las expresiones y coeficientes correspondientes determinados por DB SE-C.

$Y_R$	Coficiente parcial para la resistencia del terreno.	$Y_E$	Coficiente parcial para el efecto de las acciones
$Y_M$	Coficiente parcial para las propiedades de los materiales.	$Y_F$	Coficiente parcial para las acciones.

Estados Límite de Servicio: Para las diferentes situaciones de dimensionado se han verificado los estados límite de servicio correspondientes, según se indica en el apartado 2.2.1. El comportamiento adecuado de la cimentación ha quedado verificado cumpliendo la condición:

$$E_{ser} \leq C_{lim}$$

$E_{ser}$ : efecto de las acciones para una determinada situación de dimensionado  
 $C_{lim}$ : valor límite para el mismo efecto

Para los valores límites de servicio de los movimientos de la cimentación del edificio se han adoptado los indicados en las tablas 2.2 y 2.3 de DB SE-C.

### SE-C.3. El estudio geotécnico.

#### Confirmación del estudio geotécnico antes de la ejecución.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

### C.1.4. DB SE-A: ESTRUCTURAS DE ACERO

#### SE-A.1. Generalidades.

En el presente proyecto, se han considerado los criterios, consideraciones y restricciones contenidas en el DB SE-A para el diseño de los elementos metálicos realizados con acero, en condiciones adecuadas de utilización.

#### SE-A.2. Bases de cálculo.

##### Verificaciones.

Tipos de verificación:

- a) Estados Límite Últimos.
- b) Estados Límite de Servicio.

Modelado y análisis: El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma. Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.

##### Estados Límite Últimos.

Condiciones verificadas:

###### ELU1. ESTABILIDAD.

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$$

$E_{d,dst}$ : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras  
 $E_{d,stab}$ : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

###### ELU2. RESISTENCIA.

$$E_d \leq R_d$$

$E_d$ : valor de cálculo del efecto de las acciones  
 $R_d$ : valor de cálculo de la resistencia

Efecto de las acciones: Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se han obtenido mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

Coficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia: Para los coeficientes parciales para la resistencia se han adoptado los valores indicados en el apartado 2.3.3.

##### Estados Límite de Servicio.

Condiciones verificadas: Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones (ELS 1),

las vibraciones (ELS 2) o el deterioro (ELS 3), ya que se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo con DB SE 4.3.

Efecto de las acciones: Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se han obtenido mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE.

### **Geometría.**

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto.

### **SE-A.3. Durabilidad.**

Corrosión: Se ha prevenido la corrosión del acero mediante una estrategia global que considera en forma jerárquica al edificio en su conjunto, evitando:

- a. La existencia de sistemas de evacuación de aguas no accesibles para su conservación que puedan afectar a elementos estructurales.
- b. La formación de rincones, en nudos y en uniones a elementos no estructurales, que favorezcan el depósito de residuos o suciedad. Todos los elementos exentos, aun los que se sitúen en cámaras de falso techo, y cuya forma, cóncava desde arriba, permita que se deposite suciedad o agua, deben rellenarse con material inerte, tal como mortero, de manera que se evite el riesgo de pudrición.
- c. El contacto directo con otros metales (el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina).
- d. El contacto directo de acero desnudo con yesos, interponiendo al menos una lechada de mortero.
- e. La entrada de aire al interior de tubos. Todas las testas de tubos deben taponarse eficazmente.

Ambiente: Se indican las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio. A tal fin, se ha utilizado la norma UNE-ENV 1090-1: 1997 / ISO-DIS 12944-2.

Métodos de recubrimiento: Los métodos de recubrimiento (metalización, galvanización y pintura) deben ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante. Las piezas que no tengan un tratamiento específico previo, tal como galvanizado, se deben imprimir lo antes posible, a ser posible en taller, tras su mecanizado total, con pintura antioxidante, dispuesta como mínimo, en todas las superficies exteriores que lo vayan a ser en la situación final.

### **SE-A.4. Materiales.**

Aceros en chapas y perfiles: Los aceros considerados en el presente proyecto son los establecidos en la norma UNE-EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general).

Tornillos, tuercas y arandelas: En el contexto de este proyecto se entenderá por tornillo el conjunto tornillo, tuerca y arandela (simple o doble). En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados, se controlará el apriete.

Materiales de aportación: Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base.

Las características de los materiales utilizados en el presente proyecto quedan definidas en el capítulo correspondiente de la memoria de estructuras.

### **SE-A.5. Análisis estructural.**

La comprobación ante cada estado límite se ha realizado en dos fases: 1. Análisis - determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos). 2. Dimensionado - comparación con la correspondiente limitación (resistencia y flechas o vibraciones admisibles).

### **Modelos del comportamiento estructural.**

El análisis se lleva a cabo de acuerdo con hipótesis simplificadoras mediante modelos, congruentes entre sí, adecuados al estado límite a comprobar y de diferente nivel de detalle, que han permitido obtener esfuerzos y desplazamientos en las piezas de la estructura y en sus uniones entre sí y con los cimientos.

### **Estabilidad lateral global.**

El edificio cuenta con los elementos necesarios para materializar una trayectoria clara de las fuerzas horizontales, de cualquier dirección en planta, hasta la cimentación.

### **SE-A.6. Estados Límite Últimos.**

La comprobación frente a los estados límites últimos ha supuesto el análisis y la verificación ordenada de la resistencia de las secciones, de las barras y de las uniones.

### **SE-A.7. Estados Límite de Servicio.**

Los estados límite considerados y los valores límite de cada uno, flechas, desplomes y vibraciones, son los establecidos en DB SE 4.3, de acuerdo con el tipo de edificio, y el de los elementos implicados en la deformación.

### **SE-A.8. Uniones.**

Las uniones se han proyectado de forma coherente con el conjunto de la estructura, lo que supone un comportamiento acorde a las hipótesis supuestas en el análisis global.

### **SE-A.9. Fatiga.**

No es necesaria la comprobación a fatiga en las estructuras de edificios salvo en:

- a) los que soportan grúas, aparatos de elevación y/o transporte, caminos de rodadura, etc;
- b) los que soportan máquinas que induzcan vibraciones (prensas, máquinas alternativas, etc.);
- c) elementos esbeltos sometidos a vibraciones inducidas por el viento.

En el presente proyecto, no es necesaria, por tanto, la comprobación a fatiga de la estructura.

## **C.1.5. CÓDIGO ESTRUCTURAL: ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO**

### **CE.HA.1. Principios generales.**

El Código Estructural (CE) es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Es de aplicación a todas las estructuras y elementos de hormigón estructural, de edificación o de ingeniería civil.

### **CE.HA.2. Criterios de seguridad y bases de cálculo.**

#### **Criterios de seguridad.**

En la presente Instrucción se asegura la fiabilidad requerida adoptando el método de los Estados Límite.

#### **Bases de cálculo.**

A los efectos de esta Instrucción, los Estados Límite se clasifican en:

- Estados Límite Últimos
- Estados Límite de Servicio
- Estado Límite de Durabilidad

Se ha comprobado que la estructura no supera ninguno de los Estados Límite anteriormente definidos en cualquiera de las situaciones de proyecto indicadas en el Artículo 7º, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos.

#### **Durabilidad.**

Se ha identificado el tipo de ambiente que define la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural. Para conseguir una durabilidad adecuada, se ha establecido en el proyecto, y en función del tipo de ambiente, una estrategia acorde con los criterios establecidos en el CE.

### **CE.HA.3. Acciones.**

Las acciones consideradas en el proyecto son las establecidas por la reglamentación específica vigente o en su defecto las indicadas en el CE.

## **Cargas.**

Ver apartado/s correspondiente/s de la MEMORIA DE ESTRUCTURAS.

## **Estados Límite Últimos.**

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se adoptan los valores de la tabla 12.1.a, siempre que la correspondiente reglamentación específica aplicable de acciones no establezca otros criterios.

## **Estados Límite de Servicio.**

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se adoptan los valores de la tabla 12.2, siempre que la correspondiente reglamentación específica aplicable de acciones no establezca otros criterios.

## **Combinación de acciones**

Para cada una de las situaciones estudiadas se establecen las posibles combinaciones de acciones.

## **CE.HA.4. Materiales y geometría.**

Tanto la determinación de la respuesta estructural como la evaluación del efecto de las acciones se ha realizado utilizando valores de cálculo para las características de los materiales y para los datos geométricos de la estructura.

### **Materiales.**

Ver apartado correspondiente de la MEMORIA CONSTRUCTIVA.

### **Coeficientes parciales de seguridad.**

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para el estudio de los Estados Límite Últimos son los que se indican en la tabla 15.3.

### **Geometría.**

Se adoptan como valores característicos y de cálculo de los datos geométricos, los valores nominales definidos en los planos de proyecto.

## **CE.HA.5. Análisis estructural.**

El análisis estructural ha consistido en la determinación de los efectos originados por las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar comprobaciones en los Estados Límite Últimos y de Servicio.

## **CE.HA.6. Materiales.**

En el ámbito de aplicación de esta Instrucción, se ha previsto la utilización de productos de construcción que estén fabricados o comercializados legalmente en los Estados miembros de la Unión Europea y en los Estados firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y siempre que dichos productos, cumpliendo la normativa de cualquier Estado miembro de la Unión Europea, aseguren en cuanto a la seguridad y el uso al que están destinados un nivel equivalente al que exige esta Instrucción.

## **CE.HA.7. Durabilidad.**

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Ver apartado B.2.5.1

## **C.1.6 NCSR 02: ACCIÓN SÍSMICA**

### **NCSR.1. Generalidades.**

## **Objeto.**

La presente Norma tiene como objeto proporcionar los criterios a seguir para la consideración de la acción sísmica en el cálculo estructural. La finalidad última de estos criterios es la de evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño económico que puedan ocasionar los terremotos futuros.

## **Aplicación de la Norma.**

En los edificios en que ha de aplicarse, esta Norma ha requerido:

1. Calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3.
2. Cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4.

## **Cumplimiento de la norma.**

En la MEMORIA CONSTRUCTIVA se ha incluido un apartado de "Acciones Sísmicas", requisito necesario para el visado del proyecto por parte del colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones Públicas. En ese apartado se indica que tanto por la ubicación de la edificación, como por sus características estructurales no es preceptiva la aplicación de la acción sísmica.

## **3.2. DB SI. SEGURIDAD INCENDIO**

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, martes 28 marzo 2006).

### **CTE – PARTE I, CAPÍTULO 3. EXIGENCIAS BÁSICAS.**

#### **Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).**

El objetivo del requisito básico «Seguridad en caso de incendio» consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el «Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales», en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

11.1 Exigencia básica SI1: Propagación interior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2 Exigencia básica SI2: Propagación exterior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3 Exigencia básica SI3: Evacuación de ocupantes: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4 Exigencia básica SI4: Instalaciones de protección contra incendios: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

11.5 Exigencia básica SI5: Intervención de bomberos: se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

11.6 Exigencia básica SI6: Resistencia al fuego de la estructura: la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

#### **3.2.6. DB SI6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA**

##### **SI6.1. Generalidades.**

Para el cálculo de la resistencia al fuego de la estructura, se han utilizado los métodos simplificados indicados en el DB SI, por lo que no ha sido necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

### SI6.2. Resistencia al fuego de la estructura.

Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. Se ha hecho la comprobación en el instante de mayor temperatura del incendio que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo.

### SI6.3. Elementos estructurales principales.

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

- alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 (resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales) o 3.2 (resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial) que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o
- soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

Los elementos estructurales principales del edificio alcanzan las clases indicadas en las tablas 3.1 o 3.2.

Uso del sector de incendio considerado	Planta/s sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		< 15 m	< 28 m	≥ 28 m
Sala polivalente		R90		
Almacén	R180			
Aparcamiento (edificio uso exclusivo o situado sobre otro uso)	R90			

CTE DB SI 6. Artículo 3, tabla 3.1. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.

Resistencia al fuego: Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente (DPC – DI2).

**R** (capacidad portante): Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantener su función portante.

### SI6.4. Elementos estructurales secundarios.

A los elementos estructurales secundarios se les ha exigido la misma resistencia al fuego que a los elementos principales cuando su colapso pudiera ocasionar daños personales o comprometer la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio.

En otros casos, no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

### SI6.5. Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio.

Se han considerado las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, en aquellas situaciones en las que es probable que actúen en caso de incendio.

Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio se han obtenido del Documento Básico DB SE. Los valores de las distintas acciones y coeficientes han sido obtenidos según se indica en el Documento Básico DB SE, apartados 3.4.2 y 3.5.2.4.

Se han empleado los métodos indicados en el Documento Básico DB SI para el cálculo de la resistencia al fuego de la estructura, tomando como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.

### SI6.6. Determinación de la resistencia al fuego.

La resistencia al fuego de un elemento ha sido establecida mediante:

- comprobación de las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego;

- obtención de su resistencia por los métodos simplificados dados en estos mismos anejos.

Índice de planos de estructuras

C01-CIMENTACION	Cimentación
C02-DETCIM01	Detalles de cimentación, zapatas y fosos de ascensor
C04-SECMUR01	Secciones trasnversales de muros I
C04-SECMUR02	Secciones trasnversales de muros II
C05-SECMUR03	Secciones trasnversales de muros III
DS01-DETEST01	Detalles de nudos celosías I
DS02-DETEST02	Detalles de nudos celosías II
DS03-DETEST	Detalles de apoyo de celosías
E01-FORJADO-BAJA	Forjado de planta baja
E02-FORJADO-ACCESO	Forjado de planta de acceso
E03-LOSA-ALCORQUES-SECCIONES	Forjado y vigas en planta acceso para alcorques
E04-CUBACCESO	Forjado de cubierta en el nivel de acceso
E05-APOYOPAN	Perfiles para apoyo de tabiques móviles
E06-CELOSIACUB	Planta de las celosías de cubierta
E07-FORINSTAL	Forjado de planta técnica
E08-FORCUB	Forjado de cubierta
E09-ARR01	Arriostramientos en cubierta
E10-MUROJ0311	Alzado y armado de muro de eje J entre ejes 3 y 11
E11-MUROJ1118	Alzado y armado de muro de eje J entre ejes 11 y 18
E12-MUROI0311	Alzado y armado de muro de eje I entre ejes 3 y 11
E13-MUROI1118	Alzado y armado de muro de eje I entre ejes 11 y 18
E14-MUROD0311	Alzado y armado de muro de eje D entre ejes 3 y 11
E15-MUROD1118	Alzado y armado de muro de eje D entre ejes 11 y 18
E16-MUROC0311	Alzado y armado de muro de eje C entre ejes 3 y 11
E17-MUROC1118	Alzado y armado de muro de eje C entre ejes 11 y 18
E18-FACHADAK19	Vigas de las celosías de hormigón en fachada, ejes K y 19
E19-FACHADAA02	Vigas de las celosías de hormigón en fachada, ejes A y 2
E20-CELOSIASCUB	Celosías de cubierta
E21-SECEJE01	Sección transversal de eje 1. Geometría y armado
E22-SECEJE01P	Sección transversal de eje 1'. Geometría y armado
E23-SECEJE02	Sección transversal de eje 2. Geometría y armado
E24-SECEJE03	Sección transversal de eje 3. Geometría y armado
E25-SECEJE04	Sección transversal de eje 4. Geometría y armado
E26-SECEJE05	Sección transversal de eje 5. Geometría y armado de vigas
E27-SECEJE06	Sección transversal de eje 6. Geometría y armado de vigas
E28-SECEJE07	Sección transversal de eje 7. Geometría y armado de vigas
E29-SECEJE08	Sección transversal de eje 8. Geometría y armado de vigas
E30-SECEJE09	Sección transversal de eje 9. Geometría y armado de vigas
E31-SECEJE09P	Sección transversal de eje 9p. Geometría y armado de vigas

E32-SECEJE10	Sección transversal de eje 10. Geometría y armado de vigas
E33-SECEJE11	Sección transversal de eje 11. Geometría y armado de vigas
E34-SECEJE12	Sección transversal de eje 12. Geometría y armado de vigas
E35-SECEJE13	Sección transversal de eje 13. Geometría y armado de vigas
E36-SECEJE14	Sección transversal de eje 14. Geometría y armado de vigas
E37-SECEJE15	Sección transversal de eje 15. Geometría y armado de vigas
E38-SECEJE16	Sección transversal de eje 16. Geometría y armado de vigas
E39-SECEJE17	Sección transversal de eje 17. Geometría y armado
E40-SECEJE18	Sección transversal de eje 18. Geometría y armado
E41-SEC-EJE19	Sección transversal de eje 19. Geometría y armado
E42-SEC-EJEK0111	Alzado y armado de muro eje K entre ejes 1 y 11
E43-SEC-EJEK1120	Alzado y armado de muro eje K entre ejes 11 y 20
E44-SEC-EJEA0111	Alzado y armado de muro eje A entre ejes 1 y 11
E45-SEC-EJEA1120	Alzado y armado de muro eje A entre ejes 11 y 20
E46-SEC-EJEL0111	Alzado y armado de muro eje L entre ejes 1 y 11
E47-SEC-EJEL1120	Alzado y armado de muro eje L entre ejes 11 y 20
EA1-FORJADO-BAJA-CARGAS	Distribución de acciones variables en forjado de planta baja
EE01-ESCALERASN01	Secciones y armado de esaleras I
EE02-ESCALERASN03	Secciones y armado de esaleras II
ES1-PILARES-SOTANO	Replanteo y armado de soportes sótano
ES2-PILARES-BAJA	Replanteo y armado de soportes planta baja
EV01-VIGAS-ALCORQUES	Vigas de zona de alcorques
EV02-VIGAS-CUBIERTA-ACCESO	Vigas de cubiertas de acceso
EV03-VIGAS_EJE02	Vigas eje 2
EV04-VIGAS_EJE03	Vigas eje 3
EV05-VIGAS_EJE04	Vigas eje 4
EV06-VIGAS_EJE17	Vigas eje 17
EV07-VIGAS_EJE18	Vigas eje 18
EV08-VIGAS_EJE19	Vigas eje 19
EV09-VIGAS-EJE-J	Vigas eje J
EV10-VIGAS-EJE-K	Vigas eje K I
EV11-VIGAS-EJE-K-2	Vigas eje K II

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

<b>2.-PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.- PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.....</b>	<b>3</b>
<b>CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>3</b>
Artículo 1: Calidad de los materiales.....	3
Artículo 2: Pruebas y ensayos de materiales.....	3
Artículo 3: Materiales no consignados en proyecto.....	3
Artículo 4: Condiciones generales de ejecución.....	3
<b>2.2.- PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA .....</b>	<b>3</b>
<b>CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....</b>	<b>3</b>
Artículo 5: Movimiento de tierras.....	3
Artículo 6: Hormigones.....	12
Artículo 7: Morteros.....	22
Artículo 8: Encofrados.....	22
Artículo 9: Forjados Unidireccionales.....	25
Artículo 10.-Soportes de hormigón armado.....	28
Artículo 11.-Vigas de hormigón armado.....	31
<b>CONTROL DE LA OBRA.....</b>	<b>34</b>
Control del hormigón.....	34
<b>ANEXO 1: INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL CE.....</b>	<b>34</b>
1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES - .....	34
1.2 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES AL HORMIGÓN - .....	34
1.3 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES AL ACERO - .....	34
1.4 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES A LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN - .....	34
<b>ANEXO 6: PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LA EJECUCION DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>35</b>
6.1. PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO .....	35
6.1.1. OBJETO.....	35
6.1.1. OBJETO.....	35
6.1.2. NORMAS APLICABLES.....	35
6.1.2. NORMAS APLICABLES.....	35
6.1.3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.....	35
6.1.3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.....	35
6.1.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	36
6.1.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	36
6.1.5. CONTROL DE EJECUCIÓN.....	37
6.1.5. CONTROL DE EJECUCIÓN.....	37
6.1.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	38
6.1.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	38
6.1.7. MEDICIÓN Y ABONO.....	38
6.1.7. MEDICIÓN Y ABONO.....	38
6.2. PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE ACERO .....	40
6.2.1. MATERIALES .....	40
6.2.1. MATERIALES .....	40
6.2.2. EJECUCIÓN .....	40
6.2.2. EJECUCIÓN .....	40
6.2.3. PROTECCIÓN Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA METALICA.....	45

6.2.3. PROTECCIÓN Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA METALICA.....	45
6.2.4. CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	45
6.2.4. CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	45
6.2.5. CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO.....	45
6.2.5. CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO.....	45

## **2.-PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR.**

### **2.1.- PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.**

#### **Condiciones generales.**

##### **Artículo 1: Calidad de los materiales.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

##### **Artículo 2: Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### **Artículo 3: Materiales no consignados en proyecto.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

##### **Artículo 4: Condiciones generales de ejecución.**

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **2.2.- PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

#### **Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.**

##### **Artículo 5: Movimiento de tierras.**

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrán de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada. Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

- El desmonte a cielo abierto consiste en rebajar el terreno hasta la cota de profundidad de la explanación.

- El terraplenado consiste en el relleno con tierras de huecos del terreno o en la elevación del nivel del mismo.

- Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

- La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

## **5.1.- Excavaciones**

### **5.1.1.-De los componentes**

**Productos constituyentes**, tierras de préstamo o propias, control y aceptación

- En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.
- Préstamos.
  - El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.
  - En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").
  - El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
  - Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.
- Caballeros.
  - Los caballeros que se forman, deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.
  - Deberán situarse en los lugares que al efecto señale el director de obra y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones.
  - El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

### **5.1.2.-De la ejecución.**

#### **Preparación**

- Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.
- Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.
- En el terraplén se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplén.
  - A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.
  - Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavará, realizando bermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1,50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.
  - Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de éste material o su consolidación.

#### **Fases de ejecución**

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

· Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal: Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de limpieza, levantándose vallas que acoten las zonas de arbolado o vegetación destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se podrá acopiar para su posterior utilización en protecciones de taludes o superficies erosionables.

· Sostenimiento y entibaciones: El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y

protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por el director de obra.

- Evacuación de las aguas y agotamientos: El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

- Tierra vegetal: La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

- Desmontes: Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m.

En bordes con estructura de contención, previamente realizada, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ella y dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m que se quitará a mano, antes de descender la máquina, en ese borde, a la franja inferior.

En los bordes ataluzados se dejará el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor de 1/4 de la altura de la franja ataluzada. Cuando las excavaciones se realicen a mano, la altura máxima de las franjas horizontales será de 150 cm. Cuando el terreno natural tenga una pendiente superior a 1:5 se realizarán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de longitud y 4% de pendiente hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, para facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

- Empleo de los productos de excavación: Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

- Excavación en roca: Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

- Terraplenes: La temperatura ambiente será superior a 2° C. Con temperaturas menores se suspenderán los trabajos.

Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación.

En función del tipo de tierras, se pasará el compactador a cada tongada, hasta alcanzar una densidad seca no inferior en el ensayo Próctor al 95%, o a 1,45 kg/dm<sup>3</sup>.

En los bordes, si son con estructuras de contención, se compactarán con compactador de arrastre manual y si son ataluzados, se redondearán todas sus aristas en una longitud no menor de 1/4 de la altura de cada franja ataluzada.

En la coronación del terraplén, en los 50 cm últimos, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca de 100%, e igual o superior a 1,75 kg/dm<sup>3</sup>.

La última tongada se realizará con material seleccionado.

Cuando se utilicen para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya

completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

· Taludes: La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud.

#### **Acabados**

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

**Controles durante la ejecución:** Puntos de observación.

· Limpieza y desbroce del terreno.

El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:

- Situación del elemento.

- Cota de la explanación.

- Situación de vértices del perímetro.

- Distancias relativas a otros elementos.

- Forma y dimensiones del elemento.

- Horizontalidad: nivelación de la explanada.

- Altura: grosor de la franja excavada.

- Condiciones de borde exterior.

- Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

· Retirada de tierra vegetal.

- Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

· Desmontes.

- Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

· Base del terraplén.

- Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.

- Excavación.

· Terraplenes:

- Nivelación de la explanada.

- Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

- En el núcleo del terraplén, se controlará que las tierras no contengan más de un 25% en peso de piedras de tamaño superior a 15 cm. El contenido de material orgánico será inferior al 2%.

- En el relleno de la coronación, no aparecerán elementos de tamaño superior a 10 cm, y su cernido por el tamiz 0,08 UNE, será inferior al 35% en peso. El contenido de materia orgánica será inferior al 1%.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

· Terraplenes.

Se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque y en su coronación contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, asimismo se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud.

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m<sup>2</sup> junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente.

Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

#### **5.1.3.-Medición y abono.**

· Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno.

Con medios manuales o mecánicos.

- Metro cúbico de retirada de tierra vegetal: Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.

- Metro cúbico de desmonte: Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo y afinado.

Si se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del proyecto, el exceso de excavación se justificará para su abono.

- Metro cúbico de base del terraplén: Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo, desbroce y afinado.

- Metro cúbico de terraplén: Medido el volumen relleno sobre perfiles, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes.

## **5.2.-Vaciados**

Excavaciones a cielo abierto realizadas con medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro quedan por debajo del suelo, para anchos de excavación superiores a 2 m.

### **5.2.1. De los componentes**

#### **Productos constituyentes**

- Entibaciones: tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.

- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

El soporte

El terreno propio.

### **5.2.2. De la ejecución**

#### **Preparación**

Antes de empezar el vaciado, el director de obra aprobará el replanteo efectuado.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes de comenzar los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asientos o grietas.

#### **Fases de ejecución**

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras.

Además, el director de obra podrá ordenar la colocación de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución del elemento de las obras.

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación en cimientos libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados.

El refino y saneo de las paredes del vaciado, se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En caso de lluvia y suspensión de los trabajos, los frentes y taludes quedarán protegidos.

Se suspenderán los trabajos de excavación cuando se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos y se comunicará a la dirección facultativa.

El vaciado se podrá realizar:

a. Sin bataches: El terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad definida en la documentación. El ángulo del talud será el especificado. El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor de 1,50 m o de 3 m, según se ejecute a mano o a máquina, respectivamente. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ellos y se dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m, que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja inferior.

b. Con bataches: Una vez replanteados los bataches se iniciará, por uno de los extremos del talud, la excavación alternada de los mismos.

A continuación se realizarán los elementos estructurales de contención en las zonas excavadas y en el mismo orden.

Los bataches se realizarán, en general, comenzando por la parte superior cuando se realicen a mano y por su parte inferior cuando se realicen con máquina.

· Excavación en roca.

Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca, presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables.

Los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de material de relleno, y se señalarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficacia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes, u otros.

#### **Acabados**

· Nivelación, compactación y saneo del fondo.

En la superficie del fondo del vaciado, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado.

También los laterales del vaciado quedarán limpios y perfilados.

La excavación presentará un aspecto cohesivo. Se eliminarán los lentejones y se reparará posteriormente.

#### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

· Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.

· Durante el vaciado del terreno:

- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.

- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

- Comprobación cota de fondo.

- Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

- Nivel freático en relación con lo previsto.

- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

- Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.

- Altura: grosor de la franja excavada, una vez por cada 1000 m<sup>3</sup> excavados, y no menos de una vez cuando la altura de la franja sea igual o mayor de 3 m.

· Condiciones de no aceptación.

- Errores en las dimensiones del replanteo superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

- Zona de protección de elementos estructurales inferior a 1 m.

- Ángulo de talud: superior al especificado en más de 2 °.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas, deberán ser corregidas por el contratista.

Conservación hasta la recepción de las obras: Se tomarán las medidas necesarias para asegurar que las características geométricas permanezcan estables, protegiéndose el vaciado frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

#### **5.2.3. Criterios de medición**

· Metro cúbico de excavación a cielo abierto: Medido en perfil natural una vez comprobado que dicho perfil es el correcto, en todo tipo de terrenos (deficientes, blandos, medios, duros y rocosos), con medios manuales o mecánicos (pala cargadora, compresor, martillo rompedor). Se establecerán los porcentajes de cada tipo de terreno referidos al volumen total.

El exceso de excavación deberá justificarse a efectos de abono.

### **5.3.-Excavación en zanjas y pozos.**

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

Los bataches son excavaciones por tramos en el frente de un talud, cuando existen viales o cimentaciones próximas.

#### **5.3.1 De los componentes**

##### **Productos constituyentes**

- Entibaciones: tabloneros y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua, etc.

#### **5.3.2 De la ejecución.**

##### **Preparación**

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

##### **Fases de ejecución**

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general

de las edificaciones medianeras.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

· Los pozos junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que ésta, se excavarán con las siguientes prevenciones:

- reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos,
- realizando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible,
- dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada,
- separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas,
- no se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura definitiva y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

· Cuando la excavación de la zanja se realice por medios mecánicos, además, será necesario:

- que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad,
- que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

· En general, los bataches comenzarán por la parte superior cuando se realicen a mano y por la inferior cuando se realicen a máquina.

Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo.

Cuando la anchura del batache sea igual o mayor de 3 m, se entibará.

Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

#### **Acabados**

Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobrecorte de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

#### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección.

- Zanjas: cada 20 m o fracción.
- Pozos: cada unidad.
- Bataches: cada 25 m, y no menos de uno por pared.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

· Replanteo:

- Cotas entre ejes.
- Dimensiones en planta.
- Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a  $\pm 10$

cm.

· Durante la excavación del terreno:

- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
- Comprobación cota de fondo.
- Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
- Nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
- Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.

· Comprobación final:

- Bataches: No aceptación: zonas macizas entre bataches de ancho menor de 90 cm del especificado en

el plano y el batache, mayor de 110 cm de su dimensión.

- El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de  $\pm 5$  cm, con las superficies teóricas.

- Se comprobará que el grado de acabado en el refino de taludes, será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin permitir desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con una regla de 4 m.

- Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

- Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras: Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

### **5.3.3.-Medición y abono.**

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto

Medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

- Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras.

En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

### **5.4.- Relleno y apisonado de zanjas de pozos.**

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

#### **5.4.1.-De los componentes.**

##### **Productos constituyentes**

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

##### **Control y aceptación**

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

##### **El soporte**

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

#### **5.4.2.- De la ejecución.**

##### **Preparación**

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

##### **Fases de ejecución**

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias.

Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm.

Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

##### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 50 m<sup>3</sup> o fracción, y no menos de uno por zanja o pozo.

· Compactación.

Rechazo: si no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie.

Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

##### **Conservación hasta la recepción de las obras.**

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

#### **5.4.3.-Medición y abono.**

· Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante.

Compactado, incluso refino de taludes.

· Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos.

Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

#### **Artículo 6: Hormigones.**

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción CE "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

##### **6.1.-De los componentes.**

###### **Productos constituyentes**

· Hormigón para armar.

Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando:

- la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigón armado, (artículo 30.5) ;

- el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6);

- el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y

- la designación del ambiente (artículo 8.2.1).

Tipos de hormigón:

A. Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

B. Hormigón no fabricado en central.

Materiales constituyentes:

· Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción CE.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en

sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

· Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

· Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;

- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,

- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

- Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

- Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

· Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

El CE recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

· Armaduras pasivas: Serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas:

Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente:

6- 8- 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm

- Mallas electrosoldadas:

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5 - 9 - 9,5 - 10 - 10,5 - 11 - 11,5 - 12 y 14 mm.

- Armaduras electrosoldadas en celosía:

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 y 12 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 del CE.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

### **Control y aceptación**

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado.

- Control documental:

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro,

firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón:

a. En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

- Designación de acuerdo con el artículo 39.2.
- Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de hormigón, con una tolerancia de +/- 15 kg.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.
- Tipo de ambiente de acuerdo con la tabla 8.2.2.

b. Tipo, clase, y marca del cemento.

c. Consistencia.

d. Tamaño máximo del árido.

e. Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

f. Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.

9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.

2. Identificación de las materias primas.

3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.

4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

- Ensayos de control del hormigón.

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2).

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

2. Control de la durabilidad (artículo 85).

Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento.

Si las clases de exposición son III o IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua.

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

### 3. Control de la resistencia (artículo 84).

Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, el CE establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

Ensayos de control de resistencia:

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).

2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).

3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan. Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

- Control documental:

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.

2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.

3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.

4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.

5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

- Ensayos de control del hormigón.

- Ensayos previos del hormigón:

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón:

Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos de control del hormigón:

Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.

De los materiales constituyentes:

· Cemento (CE, Instrucción RC-97).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

- Control documental:

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-97.

- Ensayos de control:

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-97 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 del CE

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

- Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT:

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol

que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido, si el período de almacenamiento supera 1, 2 ó 3 meses para los cementos de las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

- Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos (según normas UNE): Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatos. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Áridos (artículo 28).

- Control documental:

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

- Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

- Otros componentes (artículo 29).

- Control documental:

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física.

Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

- Ensayos de control:

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

- Acero en armaduras pasivas:

- Control documental.

a. Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Acreditación de que está en posesión del mismo;

- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados;

- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en el CE.

b. Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el artículo 1º del CE;

- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.

- CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4, según el caso.

- Ensayos de control.

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados.

Se comprobará sobre cada diámetro:

- que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, realizándose dos verificaciones en

cada partida;

- no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra.

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

Control a nivel normal:

Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:

Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm.

Serie media: diámetros de 12 a 25 mm.

Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm.

El tamaño máximo del lote será de 40 t para acero certificado y de 20 t para acero no certificado.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

- Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura.

Por cada lote, en dos probetas:

- se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1,

- se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el artículo 31.2,

- se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.

En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4).

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

### **Compatibilidad**

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón.

Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en el caso de ambientes muy agresivos y en la adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras, quedando prohibido poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

## **6.2.-De la ejecución del elemento.**

### **Preparación**

- Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de la estructura (empotramientos, apoyos, etc.).

- Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que expone el CE, la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Armado o Pretensado EF-96 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-94. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras.

- Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

- Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos.

- Replanteo de la estructura que va a ejecutarse.

- Condiciones de diseño

En zona sísmica, con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a 0.16g, siendo g la aceleración de la gravedad, el hormigón utilizado en la estructura deberá tener una resistencia característica a compresión de, al menos 200 kp/cm<sup>2</sup> (20 Mpa), así como el acero de las armaduras será de alta adherencia, de dureza natural, y de límite elástico no superior a 5.100 kp/cm<sup>2</sup> (500 Mpa); además, la longitud de anclaje de las barras será de 10 diámetros mayor de lo indicado para acciones estáticas.

### **Fases de ejecución**

● Ejecución de la ferralla

- Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.

- Doblado, según artículo 66.3

Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine

en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación puede realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

- Colocación de las armaduras

Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las barras durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueas.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de barras, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- a. 2cm
- b. El diámetro de la mayor
- c. 1.25 veces el tamaño máximo del árido

- Separadores

Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra y se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la tabla 66.2.

- Anclajes

Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.

- Empalmes

No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra.

En los empalmes por solapo, la separación entre las barras será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

La longitud de solapo será igual a lo indicado en el artículo 66.5.2 y en la tabla 66.6.2.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4.

Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3mm.

- Fabricación y transporte a obra del hormigón
- Criterios generales

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso,

No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

- a. Hormigón fabricado en central de obra o preparado

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento.

El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30 °C e igual o superior a 5°C

en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

**b.** Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento.

El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

- Transporte del hormigón preparado

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

● Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65)

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa.

Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón.

La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

● Puesta en obra del hormigón

- Colocación, según artículo 70.1

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras.

Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

- Compactación, según artículo 70.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada

Vibrado energético: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos.

- Juntas de hormigonado, según artículo 71.

Las juntas de hormigonado, que deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección de obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. Se evitarán juntas horizontales.

No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la dirección de obra.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido suelto y se retirará la capa superficial de mortero utilizando para ello chorro de arena o cepillo de alambre. Se prohíbe a tal fin el uso de productos corrosivos.

Para asegurar una buena adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo se eliminará toda lechada existente en el hormigón endurecido, y en el caso de que esté seco, se humedecerá antes de proceder al vertido del nuevo hormigón.

No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo.

- Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

- Curado del hormigón, según artículo 74.

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica.

Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

#### **Acabados**

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueas o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

## Control y aceptación

- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:
  - Directorio de agentes involucrados
  - Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
  - Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria.
  - Revisión de planos y documentos contractuales.
  - Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados
  - Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
  - Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas
  - Comprobación de cotas, niveles y geometría.
  - Comprobación de tolerancias admisibles.
- Cimbras y andamiajes
  - Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
  - Comprobación de planos
  - Comprobación de cotas y tolerancias
  - Revisión del montaje
- Armaduras
  - Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
  - Corte y doblado,
  - Almacenamiento
  - Tolerancias de colocación
  - Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
  - Estado de anclajes, empalmes y accesorios.
- Encofrados
  - Estanqueidad, rigidez y textura.
  - Tolerancias.
  - Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
  - Geometría.
- Transporte, vertido y compactación del hormigón.
  - Tiempos de transporte
  - Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
  - Espesor de tongadas.
  - Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
  - Frecuencia del vibrador utilizado
  - Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
  - Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- Curado del hormigón
  - Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días.
  - Protección de superficies.
  - Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
  - Actuaciones:
    - En tiempo frío: prevenir congelación
    - En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
    - En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón
    - En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua
  - Temperatura registrada menor o igual a  $-4^{\circ}\text{C}$  o mayor o igual a  $40^{\circ}\text{C}$ , con hormigón fresco: Investigación.
- Juntas
  - Disposición y tratamiento de la superficie del hormigón endurecido para la continuación del

hormigonado (limpieza no enérgica y regado).

- Tiempo de espera
- Armaduras de conexión.
- Posición, inclinación y distancia.
- Dimensiones y sellado, en los casos que proceda.
- Desmoldeado y descimbrado
- Control de sobrecargas de construcción
- Comprobación de los plazos de descimbrado
- Comprobación final
- Reparación de defectos y limpieza de superficies
- Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación.

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias del CE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

#### **6.3.-Medición y Abono.**

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

#### **Artículo 7: Morteros.**

##### **7.1 Dosificación de morteros.**

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

##### **7.2 Fabricación de morteros.**

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

##### **7.3 Medición y abono.**

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

#### **Artículo 8: Encofrados.**

Elementos auxiliares destinados a recibir y dar forma a la masa de hormigón vertida, hasta su total fraguado o endurecimiento.

Según el sistema y material de encofrado se distinguen los siguientes tipos:

1. Sistemas tradicionales de madera, montados en obra.
2. Sistemas prefabricados, de metal y/o madera, de cartón o de plástico.

##### **8.1.- De los componentes.**

###### **Productos constituyentes**

· Material encofrante.

Superficie en contacto con el elemento a hormigonar, constituida por tableros de madera, chapas de acero, moldes de poliestireno expandido, cubetas de polipropileno, tubos de cartón, etc.

· Elementos de rigidización.

El tipo de rigidización vendrá determinado por el tipo y las características de la superficie del encofrado.

Con los elementos de rigidización se deberá impedir cualquier abolladura de la superficie y deberá tener la capacidad necesaria para absorber las cargas debidas al hormigonado y poder transmitir las a los elementos de atirantamiento y a los apoyos.

· Elementos de atirantamiento.

En encofrados de muros, para absorber las compresiones que actúan durante el hormigonado sobre el encofrado se atarán las dos superficies de encofrado opuestas mediante tirantes de alambres. La distancia admisible entre alambres está en función de la capacidad de carga de los elementos de rigidización.

- Elementos de arriostramiento.

En encofrados de forjados se dispondrán elementos de arriostramiento en cruz entre los elementos de apoyo para garantizar la estabilidad del conjunto.

- Elementos de apoyo y diagonales de apuntalamiento.

Los apoyos y puntales aseguran la estabilidad del encofrado y transmiten las cargas que se produzcan a elementos de construcción ya existentes o bien al subsuelo.

- Elementos complementarios.

Piezas diseñadas para sujeción y unión entre elementos, acabados y encuentros especiales.

- Productos desencofrantes.

### **Compatibilidad**

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.

Si se reutilizan encofrados se limpiarán con cepillo de alambre para eliminar el mortero que haya quedado adherido a la superficie y serán cuidadosamente rectificadas.

Se evitará el uso de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo, pudiéndose utilizar para estos fines barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida.

### **8.2.-De la ejecución del elemento.**

#### **Preparación**

Se replantearán las líneas de posición del encofrado y se marcarán las cotas de referencia.

Se planificará el encofrado de cada planta procediéndose, en general, a la ejecución de encofrados de forma que se hormigonen en primer lugar los elementos verticales, como soportes y muros, realizando los elementos de arriostramiento como núcleos rigidizadores o pantallas, antes de hormigonar los elementos horizontales o inclinados que en ellos se apoyen, salvo estudio especial del efecto del viento en el conjunto del encofrado.

En elementos de hormigón inclinados, como vigas-zanca, tiros de escalera o rampas, será necesario que en sus extremos, el encofrado se apoye en elemento estructural que impida su deslizamiento.

Se localizarán en cada elemento a hormigonar las piezas que deban quedar embebidas en el hormigón, como anclajes y manguitos.

Cuando el elemento de hormigón se considere que va a estar expuesto a un medio agresivo, no se dejarán embebidos separadores o tirantes que sobresalgan de la superficie del hormigón.

#### **Fases de ejecución**

- Montaje de encofrados.

Se seguirán las prescripciones señaladas para la ejecución de elementos estructurales de hormigón armado en el artículo 65 de la Instrucción EHE.

Antes de verter el hormigón se comprobará que la superficie del cofre se presenta limpia y húmeda y que se han colocado correctamente, además de las armaduras, las piezas auxiliares que deban ir embebidas en el hormigón, como manguitos, patillas de anclaje y calzos o separadores.

Antes del vertido se realizará una limpieza a fondo, en especial en los rincones y lugares profundos de los elementos desprendidos (clavos, viruta, serrín, etc., recomendándose el empleo de chorro de agua, aire o vapor). Para ello, en los encofrados estrechos o profundos, como los de muros y pilares, se dispondrán junto al fondo aberturas que puedan cerrarse después de efectuada la limpieza.

Un aspecto de importancia es asegurar los ajustes de los encofrados para evitar movimientos ascensionales durante el hormigonado.

Los encofrados laterales de paramentos vistos deben asegurar una gran inmovilidad, no debiendo admitir flechas superiores a 1/300 de la distancia libre entre elementos estructurales, adoptando si es preciso la oportuna contraflecha.

Es obligatorio tener preparados dispositivos de ajuste y corrección (gatos, cuñas, puntales ajustables, etc.) que permitan corregir movimientos apreciables que se presenten durante el hormigonado.

- Resistencia y rigidez.

Los encofrados y las uniones entre sus distintos elementos, tendrán resistencia suficiente para soportar las acciones que sobre ellos vayan a producirse durante el vertido y la compactación del hormigón, y la rigidez precisa para resistirlas, de modo que las deformaciones producidas sean tales que los elementos del hormigón, una vez endurecidos, cumplan las tolerancias de ejecución establecidas.

- Condiciones de paramento.

Los encofrados tendrán estanquidad suficiente para impedir pérdidas apreciables de lechada de cemento dado el sistema de compactación previsto.

La circulación entre o sobre los encofrados, se realizará evitando golpearlos o desplazarlos.

Cuando el tiempo transcurrido entre la realización del encofrado y el hormigonado sea superior a tres meses se hará una revisión total del encofrado.

· Desencofrado.

Los encofrados se construirán de modo que puedan desmontarse fácilmente sin peligro para la construcción.

El desencofrado se realizará sin golpes y sin causar sacudidas ni daños en el hormigón.

Para desencofrar los tableros de fondo y planos de apeo se tomará el tiempo fijado en el artículo 75º del CE, con la previa aprobación de la dirección facultativa una vez comprobado que el tiempo transcurrido es no menor que el fijado. Las operaciones de desencofrado se realizarán cuando el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a que va a estar sometido durante y después del desencofrado.

Cuando los tableros ofrezcan resistencia al desencofrar se humedecerá abundantemente antes de forzarlos o previamente se aplicará en su superficie un desencofrante, antes de colocar la armadura, para que ésta no se engrase y perjudique su adherencia con el hormigón. Dichos productos no deben dejar rastros en los paramentos de hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Además, el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente.

Los productos desencofrantes se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado, colocándose el hormigón durante el tiempo en que sean efectivos.

#### **Acabados**

Para los elementos de hormigón que vayan a quedar vistos se seguirán estrictamente las indicaciones de la dirección facultativa en cuanto a formas, disposiciones y material de encofrado, y el tipo de desencofrantes permitidos.

#### **Control y aceptación**

Puntos de observación sistemáticos:

· Cimbras:

- Superficie de apoyo suficiente de puntales y otros elementos para repartir cargas.
- Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de las piezas y uniones.
- Correcta colocación de codales y tirantes.
- Buena conexión de las piezas contraviento.
- Fijación y templado de cuñas.
- Correcta situación de juntas de estructura respecto a proyecto.

· Encofrado:

- Dimensiones de la sección encofrada. Altura.
- Correcto emplazamiento. Verticalidad.
- Contraflecha adecuada en los elementos a flexión.
- Estanquidad de juntas de tableros, en función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Limpieza del encofrado.
- Recubrimientos según especificaciones de proyecto.
- Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.

· Descimbrado. Desencofrado:

- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden de desapuntalamiento.
- Flechas y contraflechas. Combas laterales. En caso de desviación de resultados previstos, investigación.
- Defectos superficiales. En su caso, orden de reparación.
- Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se mantendrá la superficie limpia de escombros y restos de obra, evitándose que actúen cargas superiores a las de cálculo, con especial atención a las dinámicas.

Cuando se prevea la presencia de fuertes lluvias, se protegerá el encofrado mediante lonas impermeabilizadas o plásticos.

#### **8.3.-Medición y abono.**

Los encofrados se medirán siempre por metros cuadrados de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este

precio se incluyen además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

#### **Artículo 9: Forjados Unidireccionales.**

Forjados unidireccionales, constituidos por elementos superficiales planos con nervios de hormigón armado, flectando esencialmente en una dirección, cuyo canto no excede de 50 cm, la luz de cada tramo no excede de 10 m y la separación entre nervios es menor de 100 cm.

##### **9.1.-De los componentes**

###### **Productos constituyentes**

· Viguetas prefabricadas de hormigón u hormigón y cerámica, para armar.

En las viguetas armadas prefabricadas la armadura básica estará dispuesta en toda su longitud. La armadura complementaria inferior podrá ir dispuesta solamente en parte de su longitud.

· Piezas de entrevigado para forjados de viguetas, con función de aligeramiento o resistente.

Las piezas de entrevigado pueden ser de cerámica u hormigón (aligerantes y resistentes), poliestireno expandido y otros materiales suficientemente rígidos que no produzcan daños al hormigón ni a las armaduras (aligerantes).

En piezas resistentes, la resistencia característica a compresión no será menor que la resistencia de proyecto del hormigón de obra con que se ejecute el forjado.

· Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto, vertido en obra para relleno de nervios y formando losa superior (capa de compresión).

El tamaño máximo del árido no será mayor que 20 mm.

· Armadura colocada en obra.

No se utilizarán alambres lisos como armaduras pasivas, excepto como componentes de mallas electrosoldadas y en elementos de conexión en armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

###### **Control y aceptación**

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

· Piezas de entrevigado.

Se cumplirá que toda pieza de entrevigado sea capaz de soportar una carga característica de 1 kN, repartida uniformemente en una placa de 200x75x25 mm, situada en la zona más desfavorable de la pieza y su comportamiento de reacción al fuego alcanzará al menos una clasificación M-1 de acuerdo con la norma UNE correspondiente.

· El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.

· En cada suministro que llegue a la obra de elementos resistentes y piezas de entrevigado se realizarán las comprobaciones siguientes:

- Que los elementos y piezas están legalmente fabricados y comercializados.

- Que el sistema dispone de "Autorización de uso" en vigor, justificada documentalmente por el fabricante, de acuerdo con la instrucción EF-96, y que las condiciones allí reflejadas coinciden con las características geométricas y de armado del elemento resistente y con las características geométricas de la pieza de entrevigado. Esta comprobación no será necesaria en el caso de productos que posean un distintivo de calidad reconocido oficialmente.

- Sello CIETAN en viguetas.

- Identificación de cada viga o losa alveolar con la identificación del fabricante y el tipo de elemento.

- Que los acopios cumplen con la instrucción EF-96.

- Que las viguetas no presentan daños.

· Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

###### **El soporte**

El encofrado y otros elementos estructurales de apoyo.

Quedarán nivelados los fondos del encofrado.

Se preparará el perímetro de apoyo de las viguetas, limpiándolo y nivelándolo.

###### **Compatibilidad**

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 del CE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

## **9.2.-De la ejecución**

### **Preparación**

· El izado y acopio de las viguetas en obra se realizará siguiendo las instrucciones indicadas por cada fabricante, de forma que las tensiones a las que son sometidas se encuentren dentro de los límites aceptables, almacenándose en su posición normal de trabajo, sobre apoyos que eviten el contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda deteriorar.

· En los planos de forjado se consignará si las viguetas requieren o no apuntalamiento y, en su caso, la separación máxima entre sopandas.

### **Fases de ejecución**

Los forjados de hormigón armado se regirán por la Instrucción EF-96, para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, debiendo cumplir, en lo que no se oponga a ello, los preceptos de Instrucción EHE.

· Apeos.

Se dispondrán durmientes de reparto para el apoyo de los puntales.

Si los durmientes de reparto descansan directamente sobre el terreno, habrá que cerciorarse de que no puedan asentar en él.

En los puntales se colocarán arriostramientos en dos direcciones, para conseguir un apuntalamiento capaz de resistir los esfuerzos horizontales que puedan producirse durante el montaje de los forjados.

En caso de forjados de peso propio mayor que 3 kN/m<sup>2</sup> o cuando la altura de los puntales sea mayor que 3 m, se realizará un estudio detallado de los apeos.

Las sopandas se colocarán a las distancias indicadas en proyecto.

En los forjados de viguetas armadas se colocarán los apeos nivelados con los apoyos y sobre ellos se colocarán las viguetas.

El espesor de cofres, sopandas y tableros se determinará en función del apuntalamiento.

Los tableros llevarán marcada la altura a hormigonar.

Las juntas de los tableros serán estancas, en función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.

Se unirá el encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.

Se fijarán las cuñas y, en su caso, se tensarán los tirantes.

· Replanteo de la planta de forjado.

· Colocación de las piezas de forjado.

Se izarán las viguetas desde el lugar de almacenamiento hasta su lugar de ubicación, cogidas de dos o más puntos, siguiendo las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación, a mano o con grúa.

Se colocarán las viguetas en obra apoyadas sobre muros y/o encofrado, colocándose posteriormente las piezas de entrevigado, paralelas, desde la planta inferior, utilizándose bovedillas ciegas y apeándose según lo dispuesto en el apartado de cálculo.

Si alguna resultara dañada afectando a su capacidad portante será desechada.

En los forjados no reticulares, la vigueta quedará empotrada en la viga, antes de hormigonar.

Finalizada esta fase, se ajustarán los puntales y se procederá a la colocación de las bovedillas, las cuales no invadirán las zonas de macizado o del cuerpo de vigas o soportes.

Se dispondrán los pasatubos y encofrarán los huecos para instalaciones.

En los voladizos se realizarán los oportunos resaltes, molduras y goterones, que se detallen en el proyecto; así mismo se dejarán los huecos precisos para chimeneas, conductos de ventilación, pasos de canalizaciones, etc., especialmente en el caso de encofrados para hormigón visto.

Se encofrarán las partes macizas junto a los apoyos.

· Colocación de las armaduras.

La armadura de negativos se colocará preferentemente sobre la armadura de reparto, a la cual se fijará para que mantenga su posición.

· Hormigonado.

Se regará el encofrado y las piezas de entrevigado. Se procederá al vertido y compactación del hormigón.

El hormigonado de los nervios y de la losa superior se realizará simultáneamente.

En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos,

siendo necesario el montaje del forjado.

En el caso de vigas de canto:

- el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y

- tras la colocación del forjado, en el caso de forjados semiempotrados.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto del forjado no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Las juntas de hormigonado perpendiculares a las viguetas deberán disponerse a una distancia de apoyo no menor que 1/5 de la luz, más allá de la sección en que acaban las armaduras para momentos negativos.

Las juntas de hormigonado paralelas a las mismas es aconsejable situarlas sobre el eje de las bovedillas y nunca sobre los nervios.

La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. No se rastrillará en forjados.

Se nivelará la capa de compresión, se curará el hormigón y se mantendrán las precauciones para su posterior endurecimiento.

· Desapuntalamiento.

Se retirarán los apeos según se haya previsto.

No se entresacarán ni retirarán puntales de forma súbita y sin previa autorización del director de obra y se adoptarán precauciones para impedir el impacto de los encofrados sobre el forjado.

#### **Acabados**

El forjado acabado presentará una superficie uniforme, sin irregularidades, con las formas y texturas de acabado en función de la superficie encofrante.

#### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

· Niveles y replanteo.

- Pasados los niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar la siguiente, verificar:

- Distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas.

- Diferencia entre trazos de nivel de la misma planta.

- Replanteo de ejes de vigas. Tolerancias entre ejes de viga real y de replanteo, según proyecto.

· Encofrado.

- Número y posición de puntales, adecuado.

- Superficie de apoyo de puntales y otros elementos, suficientes para repartir cargas.

- Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de piezas y uniones.

- Correcta colocación de codales y tirantes.

- Correcta disposición y conexión de piezas a cortaviento.

- Espesor de cofres, sopandas y tableros, adecuado en función del apuntalamiento.

- Dimensiones y emplazamiento correcto del encofrado de vigas y forjados.

- Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.

- Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.

- Fijación y templado de cuñas. Tensado de tirantes en su caso.

- Correcta situación de juntas estructurales, según proyecto.

· Colocación de piezas de forjado.

- Verificación de la adecuada colocación de las viguetas y tipo según la luz de forjado.

- Separación entre viguetas.

- Empotramiento de las viguetas en viga, antes de hormigonar. Longitud.

- Replanteo de pasatubos y huecos para instalaciones.

- Verificación de la adecuada colocación de cada tipo de bovedilla. Apoyos.

- No invasión de zonas de macizado o del cuerpo de vigas o de soportes con bovedillas.

- Disposiciones constructivas previstas en el proyecto.

· Colocación de armaduras.

- Longitudes de espera y solapo. Cortes de armadura. Correspondencia en situación para la continuidad.

- Colocación de armaduras de negativos en vigas. Longitudes respecto al eje del soporte.

- Separación de barras. Agrupación de barras en paquetes o capas evitando el tamizado del hormigón.

- Anclaje de barras en vigas extremo de pórtico o brochales.

- Colocación de las armaduras de negativos de forjados. Longitudes respecto al eje de viga.

- Colocación de la armadura de reparto en la losa superior de forjado. Distancia entre barras.

- Vertido y compactación del hormigón.
- Limpieza y regado de las superficies antes del vertido del hormigón.
- Espesor de la losa superior de forjados.
- Juntas.
- Correcta situación de juntas en vigas.
- Distancia máxima de juntas de retracción en hormigonado continuo tanto en largo como en ancho, 16

m.

- Curado del hormigón.
- Desencofrado.
- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden de desapuntalamiento.
- Comprobación final.
- Flechas y contraflechas excesivas, o combas laterales: investigación.
- Tolerancias.
- Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón Armado.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

No es conveniente mantener más de tres plantas apeadas, ni tabicar sin haber desapuntalado previamente.

#### **9.3.-Medición y abono**

- Metro cuadrado de forjado unidireccional.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, con semivigüeta armada o nervios in situ, del canto e intereje especificados, con bovedillas del material especificado, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE.

#### **9.4.-Mantenimiento.**

##### **Uso**

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa al forjado realizado, en la que figurarán las sobrecargas previstas en cada una de las zonas.

##### **Conservación**

No se permitirá la acumulación de cargas de uso superiores a las previstas. A estos efectos, especialmente en locales comerciales, de almacenamiento y de paso, deberá indicarse en ellos y de manera visible la limitación de sobrecargas a que quedan sujetos.

Se prohíbe cualquier uso que someta a los forjados a humedad habitual y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

##### **Reparación. Reposición**

En el caso de encontrar alguna anomalía como fisuras en el cielo raso, tabiquería, otros elementos de cerramiento y flechas excesivas, así como señales de humedad, será estudiada por el Técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

#### **Artículo 10.-Soportes de hormigón armado.**

Elementos de directriz recta y sección rectangular, cuadrada, poligonal o circular, de hormigón armado, pertenecientes a la estructura del edificio, que transmiten las cargas al cimiento.

##### **10.1.-De los componentes**

##### **Productos constituyentes**

- Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

### **Control y aceptación**

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

· El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.

· Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

### **El soporte**

Las cimentaciones o los soportes inferiores.

Se colocarán y hormigonarán los anclajes de arranque, a los que se atarán las armaduras de los soportes.

### **Compatibilidad**

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el CE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

## **10.2.-De la ejecución**

### **Preparación**

· Replanteo.

Plano de replanteo de soportes, con sus ejes marcados, indicando los que se reducen a ejes y los que mantienen cara o caras fijas, señalándolas.

· Condiciones de diseño.

Dimensión mínima de soporte de hormigón armado 25 cm, según el CE, o de 30 cm, en zona sísmica con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a  $0,16g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad, para estructuras de ductilidad muy alta, según la norma NBE NCSE-94.

La disposición de las armaduras se ajustará a las prescripciones del CE, y de la norma NCSE-94, en caso de zona sísmica, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Se cumplirán las cuantías mínimas y máximas, establecidas por limitaciones mecánicas, y las cuantías mínimas, por motivos térmicos y reológicos. Se establecen cuantías máximas para conseguir un correcto hormigonado del elemento y por consideraciones de protección contra incendios.

- La armadura principal estará formada, al menos, por cuatro barras, en el caso de secciones rectangulares y por seis, en el caso de secciones circulares.

- La separación máxima entre armaduras longitudinales será de 35 cm.

- El diámetro mínimo de la armadura longitudinal será de 12 mm. Las barras irán sujetas por cercos o estribos con las separaciones máximas y diámetros mínimos de la armadura transversal que se indican en el CE.

- Si la separación entre las armaduras longitudinales es inferior o igual a 15 cm, éstas pueden arriostrarse alternativamente.

- El diámetro del estribo debe ser superior a la cuarta parte del diámetro de la barra longitudinal más gruesa. La separación entre estribos deberá ser inferior o igual a 15 veces el diámetro de la barra longitudinal más fina.

- En zona sísmica, el número mínimo de barras longitudinales en cada cara del soporte será de tres y su separación máxima de 15 cm. Los estribos estarán separados, con separación máxima y diámetro mínimo de los estribos según la Norma NCSE-94.

- En soportes circulares los estribos podrán ser circulares o adoptar una distribución helicoidal.

### **Fases de ejecución**

Además de las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado, se seguirán las siguientes indicaciones particulares:

· Colocación del armado.

Colocación y aplomado de la armadura del soporte; en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose la siguiente y atándose ambas.

Los cercos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados, según el CE.

Se colocarán separadores con distancias máximas de  $100d$  o  $200$  cm; siendo  $d$ , el diámetro de la armadura a la que se acople el separador. Además, se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por tramo, acoplados a los cercos o estribos.

- Encofrado. Según subcapítulo EEE-Encofrados.

Los encofrados pueden ser de madera, cartón, plástico o metálicos, evitándose el metálico en tiempos fríos y los de color negro en tiempo soleado. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de la junta. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón. En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación del mismo, picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no utilizándose gasoil, grasas o similares.

Encofrado, aplomado y apuntalado del mismo, hormigonándose a continuación el soporte.

- Hormigonado y curado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

Terminado el hormigonado, se comprobará nuevamente su aplomado.

- Desencofrado.

Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

#### **Acabados**

Los pilares presentarán las formas y texturas de acabado en función de la superficie encofrante elegida.

#### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Replanteo:

- Verificación de distancia entre ejes de arranque de cimentación.

- Verificación de ángulos de esquina y singulares en arranque de cimentación.

- Diferencia entre eje real y de replanteo de cada planta. Mantenimiento de caras de soportes aplomadas.

- Colocación de armaduras.

- Longitudes de espera. Correspondencia en situación para la continuidad.

- Solapo de barras de pilares de última planta con las barras en tracción de las vigas.

- Continuidad de cercos en soportes, en los nudos de la estructura.

- Cierres alternativos de los cercos y atado a la armadura longitudinal.

- Utilización de separadores de armaduras, al encofrado.

- Encofrado.

- Dimensiones de la sección encofrada.

- Correcto emplazamiento.

- Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.

Limpieza del encofrado.

- Vertido y compactación del hormigón.

- Curado del hormigón.

- Desencofrado:

- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.

- Orden para desencofrar.

- Comprobación final.

- Verificación del aplomado de soportes de la planta.

- Verificación del aplomado de soportes en la altura del edificio construida.

- Tolerancias.

· Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

#### **10.3.-Medición y abono**

- Metro lineal de soporte de hormigón armado.

Completamente terminado, de sección y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo acero especificada, incluyendo encofrado, elaboración, desencofrado y curado, según Instrucción EHE.

- Metro cúbico de hormigón armado para pilares.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en soportes de sección y altura determinadas incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según Instrucción EHE, incluyendo encofrado y desencofrado.

#### **10.4.-Mantenimiento.**

##### **Uso**

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a los soportes construidos, en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos.

Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitudes previstas en los soportes, será necesario el dictamen de un técnico competente.

No se realizarán perforaciones ni cajeados en los soportes de hormigón armado.

##### **Conservación**

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras o cualquier otro tipo de lesión.

##### **Reparación. Reposición**

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

#### **Artículo 11.-Vigas de hormigón armado.**

Elementos estructurales, planos o de canto, de directriz recta y sección rectangular que salvan una determinada luz, soportando cargas principales de flexión.

##### **11.1.-De los componentes**

###### **Productos constituyentes**

- Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

###### **Control y aceptación**

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

· El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.

· Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

###### **El soporte**

Se dispondrá de la información previa de las condiciones de apoyo de las vigas en los elementos estructurales que las sustentan.

###### **Compatibilidad**

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

##### **11.2.-De la ejecución**

###### **Preparación**

· Replanteo: Pasado de niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar, verificar la distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas, y entre los trazos de la misma planta.

· Condiciones de diseño: La disposición de las armaduras, así como el anclaje y solapes de las armaduras, se ajustará a las prescripciones de la Instrucción EHE y de la norma NCSE-94, en caso de zona sísmica.

En zona sísmica, con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a 0,16g, siendo g la aceleración de la gravedad, no se podrán utilizar vigas planas, según el artículo 4.4.2 de la norma NBE NCSE-94.

Fases de ejecución: La organización de los trabajos necesarios para la ejecución de las vigas es la misma para vigas planas y de canto: encofrado de la viga, armado y posterior hormigonado.

En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos, siendo necesario el montaje del forjado.

En el caso de vigas de canto con forjados apoyados o empotrados, el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y tras la colocación del forjado, en el caso de

forjados semiempotrados.

Además de las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado, se seguirán las siguientes indicaciones particulares:

- Encofrado: según subcapítulo EEE-Encofrados: Los fondos de las vigas quedarán horizontales y las caras laterales, verticales, formando ángulos rectos con aquellos.

- Colocación del armado: Encofrada la viga, previo al hormigonado, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión, y las transversales o cercos según la separación entre sí obtenida.

Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas.

Se colocarán separadores con distancias máximas de 100 cm. Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, acoplados a los cercos o estribos.

- Hormigonado y curado: Se seguirán las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

La compactación se realizará por vibrado. El vibrado se realizará de forma, que su efecto se extienda homogéneamente por toda la masa.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

- Desencofrado: Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

#### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Niveles y replanteo.
  - Pasados los niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar la siguiente verificar:
  - Distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas.
  - Diferencia entre trazos de nivel de la misma planta.
  - Replanteo de ejes de vigas. Tolerancias entre ejes de viga real y de replanteo, según proyecto.
- Encofrado.
  - Número y posición de puntales, adecuado.
  - Superficie de apoyo de puntales y otros elementos, suficientes para repartir cargas.
  - Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de piezas y uniones.
  - Correcta colocación de codales y tirantes.
  - Correcta disposición y conexión de piezas a cortaviento.
  - Espesor de cofres, sopandas y tableros, adecuado en función del apuntalamiento.
  - Dimensiones y emplazamiento correcto del encofrado de vigas y forjados.
  - Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.
  - Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.
    - Fijación y templado de cuñas. Tensado de tirantes en su caso.
    - Correcta situación de juntas estructurales, según proyecto.
- Colocación de piezas de forjado.
  - Verificación de la adecuada colocación de las viguetas y tipo según la luz de forjado.
  - Separación entre viguetas.
  - Empotramiento de las viguetas en viga, antes de hormigonar. Longitud.
  - Replanteo de pasatubos y huecos para instalaciones.
  - Verificación de la adecuada colocación de cada tipo de bovedilla. Apoyos.
  - No invasión de zonas de macizado o del cuerpo de vigas o de soportes con bovedillas.
- Colocación de armaduras.
  - Longitudes de espera y solapo. Cortes de armadura. Correspondencia en situación para la continuidad.
  - Colocación de armaduras de negativos en vigas. Longitudes respecto al eje del soporte.
  - Separación de barras. Agrupación de barras en paquetes o capas evitando el tamizado del hormigón.
  - Anclaje de barras en vigas extremo de pórtico o brochales.
  - Colocación de las armaduras de negativos de forjados. Longitudes respecto al eje de viga.
  - Colocación de la armadura de reparto en la losa superior de forjado. Distancia entre barras.
- Vertido y compactación del hormigón.
  - Espesor de la losa superior de forjados.

- Juntas.
- Correcta situación de juntas en vigas.
- Distancia máxima de juntas de retracción en hormigonado continuo tanto en largo como en ancho, 16 m.
- Curado del hormigón: según especificaciones del subcapítulo EEH-Hormigón Armado.
- Desencofrado:
  - Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
  - Orden de desapuntalamiento.
- Comprobación final.
  - Flechas y contraflechas excesivas, o combas laterales: investigación.
  - Tolerancias.
- Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

#### **11.3.-Medición y abono**

- Metro cúbico de hormigón armado para vigas y zunchos.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en vigas o zunchos de la sección determinada, incluso recortes, encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE.

#### **11.4.-Mantenimiento.**

##### **Uso**

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a las vigas construidas, en la que figurarán las sobrecargas para las que han sido previstas.

No se realizarán perforaciones ni oquedades en las vigas de hormigón armado.

##### **Conservación**

Las vigas, salvo haberlo previsto con anterioridad, no estarán expuestas a humedad habitual y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación.

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras, flechas excesivas o cualquier otro tipo de lesión.

##### **Reparación. Reposición**

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

## **CONTROL DE LA OBRA**

### **Control del hormigón.**

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el proyecto y ejecución de obras de hormigón Estructural:

### **CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. ANEXOS.**

#### **ANEXO 1: INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL CE**

##### **1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES -**

Ver cuadro en planos de estructura.

##### **1.2 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES AL HORMIGÓN -**

Ver cuadro en planos de estructura.

##### **1.3 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES AL ACERO -**

Ver cuadro en planos de estructura.

##### **1.4 ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES A LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN -**

Ver cuadro en planos de estructura.

###### **CEMENTO:**

ANTES DE COMENZAR EL HORMIGONADO O SI VARÍAN LAS CONDICIONES DE SUMINISTRO.

Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-97.

###### **DURANTE LA MARCHA DE LA OBRA**

Cuando el cemento carezca de Sello o Marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada tres meses de obra; como mínimo tres veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el Director de Obra, se comprobará al menos; pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-97.

###### **AGUA DE AMASADO**

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el Director de Obra se realizarán los ensayos del Art. 27 de la EHE.

###### **ÁRIDOS**

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el Director de Obra. se realizarán los ensayos de identificación mencionados en el CE y los correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas del CE.

## ANEXO 6: PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LA EJECUCION DE LA ESTRUCTURA

### 6.1. PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

- 6.1.1. OBJETO
- 6.1.2. NORMAS APLICABLES
- 6.1.3. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES
  - 6.1.3.1. HORMIGÓN
    - 6.1.3.1.1. Características del hormigón
    - 6.1.3.1.2. Transporte
    - 6.1.3.1.3. Control de calidad del hormigón
      - Control de consistencia del hormigón
      - Control de resistencia del hormigón
    - 6.1.3.1.4. Criterios de aceptación o rechazo
    - 6.1.3.1.5. Penalizaciones
  - 6.1.3.2. ARMADURAS
    - 6.1.3.2.1. Características mecánicas de las armaduras
    - 6.1.3.2.2. Control de calidad del acero
    - 6.1.3.2.3. Criterios de aceptación o rechazo
- 6.1.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS
  - 6.1.4.1. APEOS Y ENCOFRADOS
  - 6.1.4.2. DOBLADO Y COLOCACIÓN DE ARMADURAS
  - 6.1.4.3. PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN
    - 6.1.4.3.1. Reparación de defectos
- 6.1.5. CONTROL DE EJECUCIÓN
- 6.1.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO
- 6.1.7. MEDICIÓN Y ABONO

#### 6.1.1. OBJETO

Se definen en ésta especificación los requisitos a tener en cuenta por el Contratista para el suministro de materiales, maquinaria, medios auxiliares y a la ejecución de todas las operaciones y trabajos necesarios para la construcción de cimentaciones de muros y soportes, alzado de muros, soportes y losas de escaleras definidos en los planos y demás documentos del Proyecto.

#### 6.1.2. NORMAS APLICABLES

Serán de aplicación:

- CE Código Estructural
- RC-97 Instrucción para la recepción de cementos
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo

#### 6.1.3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

##### 6.1.3.1. HORMIGÓN

El hormigón empleado en la presente realización será fabricado en una central que no pertenece a las instalaciones propias de la obra, debiendo cumplir las exigencias incluidas en el CE.

##### 6.1.3.1.1. Características en hormigón

Resistencia característica a los veintiocho (28) días La indicada en los Planos del Proyecto.  
Consistencia Blanda  
Tamaño máximo del árido Veinte (20) milímetros en alzados de muros, soportes y losas de escaleras. Cuarenta (40) milímetros en cimentaciones de cualquier elemento.

El empleo de aditivos cumplirá con el CE

##### 6.1.3.1.2. Transporte

Se efectuará de acuerdo con el CE.

Con temperaturas ambiente superiores a veintiocho (28) grados centígrados el tiempo transcurrido entre la fabricación y puesta en obra no superará los cuarenta y cinco (45) minutos.

#### 6.1.3.1.3. Control de calidad del hormigón

##### Control de la consistencia del hormigón

Se efectuará de acuerdo con el CE.

La determinación se efectuará:

- En cada camión hormigonera, cuyo contenido se vaya a utilizar en la obra.

##### Control de resistencia del hormigón

El tipo elegido es el correspondiente a ensayos de control estadístico, de acuerdo con el CE.

En cimentaciones de muros y soportes, alzado de muros y losas de escalera, cada lote estará compuesto por dieciséis (16) camiones hormigonera, de los que se muestrearán tres (3), elegido por la Dirección Facultativa de la Obra, ensayando dos (2) probetas por cada uno.

En alzado de soportes, cada lote estará compuesto por ocho (8) camiones hormigonera, de los que se muestrearán tres (3), elegidos por la Dirección Facultativa de la Obra, ensayando dos probetas por cada uno.

#### 6.1.3.1.4. Criterios de aceptación o rechazo

Son los contenidos en el CE.

Si a juicio de la Dirección Facultativa de la Obra se llegase a la conclusión de la necesidad de reforzar o demoler, todos los gastos que ello origine serán satisfechos por el Contratista.

#### 6.1.3.1.5. Penalizaciones

Las penalizaciones se aplicarán en forma de deducción afectando al volumen de obra defectuoso.

Para  $0,9 f_{ck} \leq f_{est} < f_{ck}$

$$P_1 = (1,05 - f_{est}/f_{ck}) \cdot P$$

Para  $0,7 f_{ck} \leq f_{est} < 0,9 f_{ck}$

$$P_1 = (1,95 - 2 \cdot f_{est}/f_{ck}) \cdot P$$

siendo:

$P_1$  = penalización unitaria en pts/m<sup>3</sup>

P = precio unitario del hormigón en pts/m<sup>3</sup>

### 6.1.3.2. ARMADURAS

Las armaduras empleadas en la presente realización deberán cumplir con lo especificado en los Artículos 31 y 32 de EHE.

#### 6.1.3.2.1. Características mecánicas de las armaduras

Son las indicadas en el CE, correspondientes al límite elástico del acero definido en los Planos del Proyecto.

#### 6.1.3.2.2. Control de calidad del acero

Toda partida que vaya a ser empleada en obra, irá acompañada de la documentación de origen siguiente y de acuerdo a lo indicado en el CE:

- Certificado de garantía emitido por el fabricante
- Certificado de homologación de adherencia

El control a realizar será a nivel normal, de acuerdo con el CE.

#### 6.1.3.2.3. Criterios de aceptación o rechazo

Son los contenidos en el CE, teniendo en cuenta que no se aceptarán las partidas que no vayan acompañados de la documentación de origen indicada en 3.2.2.

### 6.1.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 6.1.4.1. APEOS Y ENCOFRADOS

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas cuya utilización y resultados están sancionados por la práctica, a juicio de la Dirección Facultativa de la Obra; se construirán sobre los planos que prepare el Contratista, que deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos, si así se le requiere, a examen y aprobación de la Dirección Facultativa de la Obra.

Deberán cumplir con lo especificado, al respecto, por el CE.

#### 6.1.4.2. DOBLADO Y COLOCACIÓN DE ARMADURAS

Se efectuará según las indicaciones contenidas en el CE.

#### 6.1.4.3. PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

Se efectuará de acuerdo con lo indicado con el CE.

Se recuerda la necesidad de que la retirada de apeos, desencofrado y desmoldeo este autorizada, de forma fehaciente por la Dirección Facultativa de la Obra.

##### 6.1.4.3.1. Reparación de defectos

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar, así como las coqueras (cualquiera que sea su origen), grietas y fisuras, deberán ser reparados por el Contratista, a su cargo, previa aprobación de la Dirección Facultativa de la Obra, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá emplearse para la ejecución del hormigón ó mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento Portland blanco.

#### 6.1.5. CONTROL DE EJECUCIÓN

Además de lo indicado a continuación, el control de ejecución se verificará de acuerdo con lo indicado en el CE.

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
<b>CIMENTACIONES</b>		
Posición en planta	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los Planos en más, menos diez ( ± 10) milímetros
Dimensiones	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los Planos en más, menos veinticinco ( ± 25) milímetros
Variación de nivel de la cara superior	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los Planos en más, menos veinte ( ± 20) milímetros
Variación de nivel de la cara inferior	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los Planos en más, menos treinta ( ± 30) milímetros
Variación del canto	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Discrepancia con los Planos en más menos treinta ( ± 30) milímetros
Tipo de acero, diámetro, longitud, colocación y recubrimiento de las armaduras	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	Falta de concordancia con los Planos
Coqueras	Uno (1) por cada zapata de soporte. Uno por cada diez (10) metros de muro	La mayor dimensión no superará los cinco (5) milímetros
<b>SOPORTES Y MUROS</b>		
Posición en el plano (distancia a la línea de referencia más próxima)	Uno (1) por cada soporte. Uno (1) por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los planos en más, menos diez ( ± 10) milímetros
Verticalidad	Uno (1) por cada soporte. Uno (1) por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias respecto a la vertical en más, menos dos y medio ( ± 2,5) milímetros
Dimensiones	Uno (1) por cada soporte	Discrepancias con los planos en más, menos tres ( ± 3) milímetros
	Uno (1) por cada diez (10) metros de muro	Discrepancias con los planos en más, menos cinco ( ± 5) milímetros
Tipo de acero, diámetro, longitud, colocación y recubrimiento de las armaduras	Uno (1) por cada soporte. Uno (1) por cada diez (10) metros de muro	Falta de concordancia con los planos
Coqueras	Uno (1) por cada soporte. Uno (1) por cada diez (10) metros de muro	La mayor dimensión no superará los (3) milímetros
<b>LOSAS DE ESCALERA</b>		
Posición en el plano (distancia a la línea de referencia más próxima)	Uno (1) por cada losa	Discrepancia con los planos en más, menos tres ( ± 3) milímetros
Luces de huecos	Uno (1) por cada losa	Discrepancias con los planos en

		más, menos dos y medio ( $\pm 2,5$ ) milímetros
Tipo de acero, diámetro, longitud, colocación y recubrimiento	Uno (1) por cada losa	Discrepancia con los planos
Coqueras	Uno (1) por cada losa	Su mayor dimensión no superará los tres (3) milímetros

#### 6.1.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Siempre que resulte obligado trabajar en niveles superpuestos se protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o medios equivalentes.

Deben disponerse los andamios de forma que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

El acceso a los andamios de más de uno y medio (1,50) m de altura se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos antideslizantes y su longitud deberá sobrepasar por lo menos el nivel del andamio.

Hasta tres (3) m de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de tres (3) metros, hasta seis (6) m, máxima altura para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostradas.

Todos los tabloneros que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lías y no deben volar más de veinte (20) centímetros.

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de sesenta (60) centímetros. El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea el estrictamente necesario.

Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### 6.1.7. MEDICIÓN Y ABONO

##### **Zapatas:**

Por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón diferenciado por cuantías de armadura, incluyéndose la parte proporcional de la misma.

##### **Alzados de muros, soportes y losas:**

Por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón diferenciado por cuantías de armadura, incluyéndose la parte proporcional de la misma, encofrado y desencofrado.

En el caso de los soportes y muros las alturas consideradas son las existentes entre la cara superior de las zapatas y la inferior del forjado inmediato o entre las caras superior e inferior de dos (2) forjados consecutivos.

En el caso de losas, las dimensiones son las reales (no la proyección).

En cualquiera de los casos, las dimensiones se deducirán de los planos del Proyecto.

El abono se efectuará por aplicación del precio unitario a la medición efectuada bajo el criterio anterior.

En el precio unitario queda comprendido:

- Suministro y colocación de todos los materiales y medios auxiliares requeridos
- Carga y transporte de todos los materiales y medios auxiliares a obra
- Descarga de todos los materiales en obra, así como su almacenaje y acarreo hasta los distintos puntos en que serán aplicados. Estas partidas, así como las correspondientes a materiales auxiliares, andamios, grúas, peonaje, etc., necesarios para la realización formarán parte del alcance del precio unitario.

- Toma de muestras y ensayos requeridos por las normas aplicables para el control de calidad de los materiales y su ejecución, así como la entrega de muestras de materiales, en los laboratorios para la realización de ensayos por el Organismo de Control de Calidad

- Obtención de certificados, permisos y aprobaciones oficiales referentes a su trabajo

- Transporte del personal

- Maquinaria, herramientas, utillaje, repuestos y cualesquiera otros medios auxiliares necesarios

- Costes de mano de obra directa o indirecta, incluidos seguros sociales, plusones y cargas que afecten al coste de la obra

- Limpieza diaria de la zona de trabajo

- Limpieza del lugar de la obra asignada al Contratista, comprometiéndose a realizarla diariamente

- Eliminación de todas las manchas, resto de materiales, suciedad, etc., en el momento en que se produzcan

- Transporte a vertedero de materiales sobrantes

- Protección de los revestimientos, obras e instalaciones realizadas o en curso de realización, propias o ajenas cuando estas últimas queden afectadas por el trabajo en curso
- Realización y conservación de instalaciones auxiliares para visita e inspección de los trabajos en curso (escaleras, plataformas, etc.)
- Montaje, mantenimiento y desmantelamiento de instalaciones temporales
- Material de seguridad necesario según la normativa vigente
- Adopción de medidas de seguridad según la legislación vigente
- Seguro de responsabilidad civil y de daños producidos a las instalaciones, obras, medios auxiliares y maquinaria del Contratista y a terceros, así como, el de transporte de equipos y materiales
- Gastos generales y beneficio industrial
- Cualquier otro gasto directo o indirecto derivado de la ejecución de la obra

## **6.2. PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **6.2.1.- MATERIALES**

- 6.2.1.1. ACERO
- 6.2.1.2. ELECTRODOS

### **6.2.2.- EJECUCIÓN**

- 6.2.2.1. DEFINICIÓN
- 6.2.2.2. RECEPCIÓN DE MATERIALES
- 6.2.2.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES BASE
- 6.2.2.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACIÓN
- 6.2.2.5. PERSONAL
- 6.2.2.6. PROCEDIMIENTOS DE SOLDEO
- 6.2.2.7. EJECUCIÓN EN TALLER Y OBRA
- 6.2.2.8. COTAS DE REPLANTEO
- 6.2.2.9. CONTENIDO DE LOS PLANOS DE TALLER
- 6.2.2.10. PLANTILLAJE
- 6.2.2.11. MARCADO DE PIEZAS
- 6.2.2.12. PREPARACIÓN
- 6.2.2.13. CORTE
- 6.2.2.14. ENDEREZADO DE PIEZAS
- 6.2.2.15. SECUENCIA DE SOLDEO
- 6.2.2.16. ARMADO EN TALLER
- 6.2.2.17. EJECUCIÓN DE UNIONES SOLDADAS
- 6.2.2.18. INSPECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS
- 6.2.2.19. TOLERANCIAS
- 6.2.2.20. ENSAMBLAJE EN TALLER DE OBRA DE LAS PIEZAS
- 6.2.2.21. EJECUCIÓN DE UNIONES MEDIANTE TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA
- 6.2.2.22. MONTAJE EN OBRA DE LAS PIEZAS

### **6.2.3.- PROTECCIÓN Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA METALICA**

- 6.2.3.1. PINTURA
- 6.2.3.2. CONDICIONES DE LA PINTURA

### **6.2.4.- CONTROL Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO**

### **6.2.5.- MEDICIÓN Y ABONO**

Esta especificación se refiere al suministro de materiales, maquinaria y equipo y a la ejecución de todas las operaciones y trabajos necesarios para la construcción de estructura metálica.

Esta especificación se complementa, en todos los aspectos no específicamente regulados en la misma, por:

- El código Estructural.

#### 6.2.1. MATERIALES

##### 6.2.1.1. ACERO

El acero estructural de perfiles y chapas será de la clase S 275 JR definida en la norma CTE DB SE-A, Artículo 4.2, tabla 4.1.

Los electrodos que se utilicen para el soldeo por arco eléctrico corresponderán a la calidad estructural básica definida en la Norma UNE 14003 2R86. Sus medidas y tolerancias se ajustarán a lo previsto en la Norma UNE 14002.

#### 6.2.2. EJECUCIÓN

##### 6.2.2.1. DEFINICIÓN

Comprende este trabajo el suministro, ejecución en taller y transporte a obra de todos los elementos que componen la estructura metálica, e incluye también el ensamblaje y unión de los tramos en obra.

En general, serán de aplicación las siguientes especificaciones:

- Inspección de chapas por ultrasonidos: Norma UNE 7278.
- Ejecución en taller: Artículo 10.2 del CTE DB SE-A.
- Calificación de soldadores: Norma UNE 14010.
- Calificación de las soldaduras por Rayos X. Norma UNE 14010.

- Instrucción para la realización y control de imágenes de ensayos de uniones soldadas con Rayos Roentgen y Gamma, Normas DIN 54111 y 54109.

#### 6.2.2.2. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Con anterioridad a la fabricación en taller y al control de los sistemas de soldeo a emplear, se procederá a la homologación de los materiales de base y de aportación a utilizar en presencia del Director de Obra o persona en quien delegue, con arreglo a los siguientes criterios.

#### 6.2.2.3. RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES BASE

De los productos a suministrar por la siderurgia, se tomará un lote al azar para realizar los ensayos de comprobación de las características físicas, químicas y mecánicas correspondientes a la calidad del acero, expresada anteriormente. Los ensayos de recepción de los productos así como el control de las tolerancias en las dimensiones y en el peso de los mismos, se ajustarán a lo indicado en el Artículo 4 del CTE DB SE-A.

#### 6.2.2.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACIÓN

La presentación de las probetas y realización de los ensayos de los materiales de aportación (electrodos, hilos y fundentes) propuestos por el constructor de la estructura metálica se realizarán conforme a la norma UNE 14022 1 R 72.

Para el ensayo de resistencia, se prepararán probetas tipo A según la Norma UNE 7056, siendo la temperatura de las probetas en el ensayo de 20°C.

#### 6.2.2.5. PERSONAL

Todos los soldadores que vayan a intervenir en la ejecución soldada a mano, estarán calificados aptos para las posiciones que deben ser ejecutadas según la Norma UNE EN 287-1:1992 por un organismo oficial.

Toda soldadura ejecutada por un soldador no calificado, será rechazada, procediéndose a su levantamiento.

En caso de que dicho levantamiento pudiese producir efectos perniciosos, a juicio del Director de Obra, el conjunto soldado será rechazado y repuesto por el constructor de la estructura metálica.

#### 6.2.2.6. PROCEDIMIENTOS DE SOLDEO

Antes de iniciarse la fabricación en taller, el constructor metálico realizará cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para la cualificación de los distintos métodos de soldeo, manual con electrodos revestidos y semiautomáticos por arco en atmósfera gaseosa, hasta determinar las características de soldeo más adecuadas.

#### 6.2.2.7. EJECUCIÓN EN TALLER Y OBRA

La realización en taller se llevará a cabo de conformidad con los documentos del Proyecto, según los cuales el constructor metálico preparará los planos de taller precisos para la ejecución de las piezas. Estos planos de taller se someterán al Director de Obra, para su conformidad, antes de dar comienzo a la ejecución en taller. La aprobación de los mismos no exime de responsabilidad por errores existentes.

#### 6.2.2.8. COTAS DE REPLANTEO

El constructor comprobará en obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los planos de taller.

#### 6.2.2.9. CONTENIDO DE LOS PLANOS DE TALLER

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.
- Las contraflechas de ejecución.
- La forma y dimensiones de las uniones.
- Las dimensiones de los cordones de soldadura, y su orden de ejecución, así como la preparación de los bordes, métodos y posiciones de soldeo y los materiales de aportación a utilizar.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de las uniones que lo precisen.
- Las calidades y diámetros de los posibles tornillos a emplear.
- Los empalmes que por limitaciones de laminación o transporte sea necesario establecer.

El constructor metálico confeccionará los planos de ensamblaje en obra y montaje necesarios, con las marcas con que se señale cada tramo metálico y las piezas a ensamblar y montar en obra, para la mejor identificación de montaje.

#### 6.2.2.10. PLANTILLAJE

Se trazarán plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo precisen, especialmente las de los

nudos y cartelas de unión, basándose en los planos de taller. Cada plantilla llevará la marca de identificación del elemento al que corresponde y los números de los planos de taller en que se define.

#### 6.2.2.11. MARCADO DE PIEZAS

Las piezas de cada conjunto, procedentes del corte y enderezado, se marcarán para su identificación y armado con las siglas correspondientes, en un recuadro.

El recuadro y las siglas se marcarán con pintura.

Se prohíbe el marcado con punzado, granete, troquelado o cualquier sistema que produzca hendiduras en el material, por pequeñas que sean.

#### 6.2.2.12. PREPARACIÓN

En cada uno de los perfiles a utilizar en la estructura se procederá a:

- Eliminar aquellos defectos de laminación que, por su pequeña importancia, no hayan sido causa de rechazo.

- Suprimir las marcas de laminación con relieve en aquellas zonas que hayan de entrar en contacto con otro elemento en las uniones de la estructura.

#### 6.2.2.13. CORTE

Se prohíbe el corte con arco eléctrico. El uso de la cizalla se permite solamente para chapas y angulares de espesor no mayor de 15 mm.

El oxicorte se efectuará con preferencia con máquinas automáticas, tomando las precauciones necesarias para que el corte sea regular, y para que no se altere el material en la zona de corte.

El óxido adherido a las rebabas, estrías o irregularidades de borde producidas en el corte, se eliminará posteriormente mediante piedra esmeril, buril y esmerilado posterior, fresa o cepillado. Esta operación se realizará con el mayor esmero y se llevará hasta una profundidad mínima de 2 mm en los bordes que sin ser fundidos durante el soldeo hayan de quedar a distancias inferiores a 30 mm de una unión soldada.

La preparación de bisel para uniones soldadas se ejecutará con máquinas automáticas de oxicorte.

Todas las entallas, producidas, tanto en cortes rectos como en bisel, con profundidad superior a 0,5 mm se esmerilarán para su eliminación.

#### 6.2.2.14. ENDEREZADO DE PIEZAS

El enderezado de chapas se realizará con enderezadora mecánica, nunca con maza o aportación de calor.

Para la corrección de las deformaciones producidas que se pudieran originar en los conjuntos soldados, será necesario contar con la aprobación del Director de Obra, sobre el sistema a emplear.

Será preferible el empleo de medios de armado y soldeo, tales como vibradores, armaduras auxiliares, etc., que anulen o reduzcan las deformaciones.

#### 6.2.2.15. SECUENCIA DE SOLDEO

Antes de iniciarse la fabricación, el constructor metálico podrá proponer, por escrito y con los planos necesarios, la secuencia de soldeo que, a juicio de sus conocimientos y experiencia sea más adecuada, en función de una mayor reducción de tensiones residuales y deformaciones previsibles. Estas secuencias se someterán al Director de Obra para su discusión y aprobación.

#### 6.2.2.16. ARMADO EN TALLER

En el armado previo de taller se comprobará que la disposición y dimensiones de cada elemento se ajustan a las indicadas en los planos de taller. Se rectificarán, o rechazarán, todas las piezas que no permitan el acoplamiento mutuo, sin forzarlas, en la posición que hayan de tener, una vez efectuadas las uniones definitivas.

En cada una de las piezas preparadas en taller se pondrá, con pintura o lápiz graso, la marca de identificación con que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.

Asimismo, cada uno de los elementos terminados en taller llevará la marca de identificación necesaria (realizada con pintura) para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra.

Para el armado en taller, las piezas se fijarán entre sí o a gálibos de armado, mediante medios adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente.

Se permite emplear como medio de fijación, puntos de soldadura, depositados entre los bordes de las piezas a unir. El número y tamaño de estos puntos de soldadura será el mínimo suficiente para asegurar la inmovilidad y se limpiarán perfectamente de escoria, cuidando que no contengan fisuras.

Estos puntos de soldadura podrán englobarse en la soldadura definitiva si están perfectamente limpios de escoria y no presentan fisuras u otros defectos. Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

### 6.2.2.17. EJECUCIÓN DE UNIONES SOLDADAS

Juntamente con los planos de taller, el Contratista deberán presentar a la aprobación del Director de Obra, un programa de soldadura que tendrá los siguientes puntos:

- Cordones a ejecutar en taller y cordones a ejecutar en obra.
- Orden de ejecución de las distintas uniones y precauciones a adoptar para reducir al mínimo las deformaciones y las tensiones residuales.
- Procedimiento de soldeo elegido para cada cordón, con una breve justificación de las razones de procedimiento propuesto. Para la soldadura manual y semiautomática se indicará la clase y diámetro de los electrodos, el voltaje y la intensidad, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, la polaridad y las posiciones de soldeo para las que está aconsejado cada tipo de electrodos.
- Todas las uniones a tope que deban efectuarse por exigencias de las longitudes de suministro de chapas y perfiles, o por necesidad de empalme de tramos en obra, se efectuarán con una preparación de bordes adecuada para conseguir la penetración total del cordón. A este efecto será de aplicación las prescripciones para la ejecución de este tipo de uniones indicadas en el Artículo 10.3.4.3 del CTE DB SE-A.

En todas las soldaduras a tope deberá levantarse la raíz por el revés recogiéndola, por lo menos, con un nuevo cordón de cierre; cuando ello no sea posible, porque dicha raíz sea inaccesible, se adoptarán las medidas oportunas (chapa dorsal, guía de cobre, acanalado, etc.) para conseguir un depósito de metal sano en todo el espesor de la costura.

- El levantamiento de uniones defectuosas y las tomas de raíz, se realizarán con procedimiento arco-aire o buril automático, quedando excluido el empleo de amolado o cualquier otro sistema.
- Se pondrá un cuidado especial, dando normas adecuadas a montadores y soldadores, en no cebar o probar el electrodo sobre el material de la estructura, realizándose el cebado del arco para la iniciación de las costuras soldadas en el interior de las uniones a soldar.

Se tomarán los medios que aconseja la buena práctica, tales como chapas de prueba, para el cebado del arco.

- Para el armado de piezas para la ejecución del conjunto, antes de proceder a la ejecución de las soldaduras de ensamblaje y en general en el curso de la fabricación e incluso en la carga y volteo de piezas, se prohíbe rigurosamente el empleo de puentes de chapa o soldeo de elementos auxiliares de unión que sea preciso puntear o soldar a la estructura.

En el taller debe procurarse que el depósito de los cordones se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin se utilizarán los dispositivos de volteo que sean necesarios para poder orientar las piezas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar en ellas, no obstante, solicitudes excesivas que puedan dañar la débil resistencia de las primeras capas depositadas.

- Se pondrá especial cuidado para evitar que los electrodos, varilla y fundente adquieran humedad del medio ambiente.

Los materiales de aportación se almacenarán en un recinto cuya humedad ambiente sea inferior al 50% y la temperatura del recinto se mantenga 10°C por encima del ambiente de trabajo.

- Los cantos y caras de las chapas a soldar, antes del soldeo, se limpiarán de la carga de recubrimiento en una anchura de 5 cm en planos y 3 cm en bordes.
- No se realizará ninguna soldadura cuando la temperatura sea igual o inferior a -5°C.
- Con temperatura ambiente comprendida entre -5°C y +5°C, se precalentarán los bordes a soldar a 100°C.
- Con temperatura ambiente, por encima de +5°C, se soldarán sin precalentamiento, para espesores iguales o inferiores a 25 mm, pero se evitará la humedad, para lo cual se pasará la llama neutra de soplete por los bordes a soldar.
- Cuando se requiera más de una pasada para la ejecución de las costuras soldadas, la temperatura entre pasadas no será superior a 100°C.
- El control de precalentamiento y temperatura entre pasadas, tanto durante la cualificación de los métodos de soldeo como durante la fabricación, se realizará con tizas termométricas con tolerancia de  $\pm 1^\circ\text{C}$  sobre la temperatura a medir.
- En el caso de soldaduras a tope el sobreespesor de las mismas cumplirá las condiciones siguientes:
  - . En espesores menores de 15 mm, la altura del sobreespesor no superará los 3 mm.
  - . En espesores superiores a 15 mm, la altura del sobreespesor no superará los 4 mm.

### 6.2.2.18. INSPECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS

- El constructor metálico deberá realizar el control de calidad de la fabricación, mediante ensayos destructivos y no destructivos, poniendo a disposición del personal inspector del Director de Obra cuanta información se desprenda de este control.

- La Dirección de Obra podrá realizar cuantas inspecciones considere oportunas para asegurar la calidad de la obra, estando obligado el constructor metálico a los ensayos que se consideren convenientes.
- Las uniones a tope en las celosías y en los pórticos de gran luz efectuadas en obra se radiografiarán en su totalidad. Esta medida de control se aplicará también a las uniones a tope de las piezas realizadas en taller, en base a un muestreo no inferior al 50% de dichas uniones, salvo mejor decisión del Director de Obra en caso de uniones efectuadas en taller en puntos de debil sollicitación.
- Las uniones en ángulo serán controladas por lo general visualmente, y si es necesario se aplicarán partículas magnéticas, líquidos penetrantes u otros medios de control para detectar las posibles fisuras, etc.

La inspección visual se realizará especialmente sobre los siguientes aspectos:

- Poros en los cordones
- Mordeduras
- Desbordamientos
- Control de la convexidad o concavidad de las soldaduras
- Otros efectos menores

Y la corrección de posibles defectos se realizará en la forma siguiente:

<b>Descripción del defecto</b>	<b>Corrección</b>
Fisuras	Saneados de las fisuras y nuevo cordón.
Poros y desbordamiento	Soldar de nuevo después de sanear con arco aire. Longitud mínima de saneado 40 mm.
Mordeduras	Saneado y depósito posterior de aportación. Longitud mínima de saneado 40 mm.
Concavidades y convexidades no previstas	Amolado
Otros defectos: Entallas y estrías superficiales; hendiduras de material de aportación. Se procurará que la longitud límite de extensión; mínima sea superior a 40 mm. cebaduras de arco, etc.	Amolado saneado por arcoaire con posterior depósito de

-Las deformaciones en las soldaduras serán corregidas por calor, no adoptando en ningún caso temperaturas de calentamiento superiores a 900°C.

No se empleará agua o cualquier otro proceso para enfriar bruscamente.

#### 6.2.2.19. TOLERANCIAS

Las tolerancias en las piezas terminadas y montadas se ajustarán a lo indicado en el Artículo 11 del CTE DB SE-A.

#### 6.2.2.20. ENSAMBLAJE EN TALLER DE OBRA DE LAS PIEZAS

Todas las instrucciones anteriormente descritas son de aplicación a las operaciones de unión y empalme en obra. Especialmente, deben ser controlados los cuidados de almacenamiento de los materiales de aportación, la eliminación de humedad en los bordes de las costuras a soldar y la garantía de acoplamiento mutuo entre los elementos posteriormente destinados a unirse en obra.

Será obligación importante del constructor metálico, los montajes de banco necesarios para asegurar la perfecta ejecución en obra de los tramos metálicos, de aquellos elementos que se realicen en la misma.

#### 6.2.2.21. EJECUCIÓN DE UNIONES MEDIANTE TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

La ejecución de las uniones con tornillos seguirá las prescripciones de la Norma CTE. Las superficies de las piezas a unir serán absolutamente planas y estarán completamente limpias y sin pintura. La grasa se eliminará con disolventes adecuados.

Los tornillos deberán apretarse hasta conseguir en su espiga una tensión igual, como mínimo, al 80% de su límite de fluencia. El momento a aplicar se determinará mediante las indicaciones del artículo 3.6.2.3 de la Norma EA-95, salvo justificaciones de otros procedimientos calibrados experimentalmente. Salvo justificación en contra, los momentos aplicados con la llave dinamométrica excederán en un 10%, aproximadamente, de los momentos torsores necesarios.

Después de la aplicación y control de los momentos de apretadura, se bloquearán las fuerzas mediante puntos de soldadura u otro procedimiento adecuado.

#### 6.2.2.22. MONTAJE EN OBRA DE LAS PIEZAS

- El constructor propondrá los medios que juzgue más idóneos para el montaje de la estructura, sometiéndolos a la aprobación del Director de Obra.

No podrá en ningún caso, comenzar las operaciones de montaje sin que obre en su poder la aprobación del

Director de Obra del plan a emplear, quedando obligado a respetar cuantas modificaciones o rectificaciones introduzca el Director en el plan propuesto.

- El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de una forma sistemática y ordenadas para facilitar su montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pié de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte.

Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

- Los obreros empleados en el montaje, serán todos de reconocida cualificación en su oficio. Especialmente los soldadores, estarán cualificados de acuerdo con la Norma UNE EN 287-1:1992 y deberán ser de primera categoría.

- El Contratista será responsable de todas las operaciones de montaje y de sus defectos. Deberá estar en continua relación con la persona encargada por el Director de Obra para vigilar estas operaciones.

- Una vez terminado el montaje se completará la limpieza de las zonas no preparadas previamente, realizando las operaciones determinadas en el apartado siguiente. Así mismo, se repararán adecuadamente todas las zonas que hayan podido ser afectadas durante las operaciones de montaje y soldeo de las posibles uniones de obra.

### 6.2.3. PROTECCIÓN Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA METALICA

#### 6.2.3.1. PINTURA

La protección contra la corrosión se ajustará a lo expresado seguidamente:

#### 6.2.3.2. CONDICIONES DE LA PINTURA

- La pintura de imprimación se confeccionará a base de cromato de cinc calcídico con un espesor de 35 a 40 micras, y se aplicará tanto a las superficies vistas como a las superficies interiores de secciones en cajón cerradas.

- La pintura se llevará en recipientes cerrados y precintados con la etiqueta de su fabricante. Antes del pintado se presentarán muestras de pintura para realizar los análisis y ensayos que determine el Director de Obra y se pintarán muestras para juzgar el color y acabado.

- Las superficies a pintar se limpiarán cuidadosamente con rasqueta y cepillo de púas de alambre, eliminando todo resto de suciedad, cascarilla, óxido, gotas de soldadura, escoria, etc. de forma que queden totalmente limpias y secas. Las manchas de grasa se eliminarán con disoluciones alcalinas.

- La ejecución del pintado se ajustará a lo indicado en el artículo 10.6 de la Norma CTE DB SE-A, además de lo señalado en este Artículo.

- En las superficies exteriores de secciones cerradas y en todas las superficies de secciones abiertas, se dispondrán dos capas acabado a base de esmalte sintético brillante de marcas reconocidas, con un espesor de 25 a 30 micras.

### 6.2.4. CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

El control de esta partida podrá ser efectuado tanto en la fase de preparación en taller, como durante el montado en obra.

Las comprobaciones se efectuarán a la recepción del material, durante el montaje y tras la ejecución del mismo. Serán controladas las tolerancias dimensionales, tipo de material, uniones por soldeo, tornillos o roblones y la pintura de protección.

El incumplimiento de las condiciones establecidas, dará lugar a que la partida afectada no sea aceptada hasta el cese de las condiciones que hayan causado dicha situación. En caso de discrepancia prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa.

### 6.2.5. CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO

Las estructuras metálicas se medirán y abonarán por su peso teórico, deducido de un peso específico del acero de 7,85 kp/dm<sup>3</sup>. Las dimensiones se obtendrán de los planos de Proyecto y de los de Taller aprobados por la Dirección Facultativa.

No serán de abono los excesos de obra que por conveniencia o error efectúe el Contratista, aunque cuenten

con la aprobación de la Dirección Facultativa.

No serán medidos los medios de unión excepto pernos de anclaje, estructuras mixtas acero-hormigón y bulones que permitan el giro relativo de las piezas que unen.

El precio incluirá todas las operaciones precisas para realizar el montaje completo de la estructura.

El abono se efectuará por aplicación del precio unitario a la medición efectuada bajo el criterio anterior.

En el precio unitario queda comprendido:

- Suministro y colocación de todos los materiales y medios auxiliares requeridos.
- Carga y transporte de todos los materiales y medios auxiliares a obra.
- Descarga de todos los materiales en obra, así como su almacenaje y acarreo hasta los distintos puntos en que serán aplicados. Estas partidas, así como las correspondientes a materiales auxiliares, andamios, grúas, peonaje, etc., necesario para la realización formarán parte del alcance del precio unitario.
- Toma de muestras y ensayos requeridos por las normas aplicables para el control de calidad de los materiales y su ejecución, así como la entrega de muestras de materiales, en los laboratorios para la realización de ensayos por el Organismo de Control de Calidad.
- Obtención de certificados, permisos y aprobaciones oficiales referentes a su trabajo.
- Transporte del personal.
- Maquinaria, herramientas, utillaje, repuestos y cualesquiera otros medios auxiliares necesarios.
- Costes de mano de obra directa o indirecta, incluidos seguros sociales, pluses y cargas que afecten al coste de la obra.
- Limpieza de los chapados.
- Limpieza diaria de la zona de trabajo.
- Limpieza del lugar de la obra asignada al Contratista, comprometiéndose a realizarla diariamente.
- Eliminación de todas las manchas, restos de materiales, suciedad, etc., en el momento en que se produzcan.
- Transporte a vertedero de materiales sobrantes.
- Protección de los revestimientos, obras e instalaciones realizadas o en curso de realización, propias o ajenas, cuando estas últimas queden afectadas por el trabajo en curso.
- Realización y conservación de instalaciones auxiliares para visita e inspección de los trabajos en curso (escaleras, plataformas, etc.)
- Montaje, mantenimiento y desmantelamiento de instalaciones temporales.
- Material de seguridad necesario según la normativa vigente.
- Adopción de medidas de seguridad según la legislación vigente.
- Seguro de responsabilidad civil y de daños producidos a las instalaciones, obras, medios auxiliares, y maquinaria del Contratista y a terceros, así como, el de transporte de equipos y materiales.
- Gastos generales y beneficio industrial.
- Cualquier otro gasto directo o indirecto derivado de la ejecución de la obra.