



# ÍNDICE

## Anejos

<b>ANEJO 1. NOTACIÓN Y UNIDADES</b>	<b>347</b>
-------------------------------------	------------

1. Notación
  - 1.1. Mayúsculas romanas
  - 1.2. Minúsculas romanas
  - 1.3. Minúsculas griegas
  - 1.4. Símbolos matemáticos y especiales
2. Unidades y convención de signos

<b>ANEJO 2. RELACIÓN DE NORMAS UNE</b>	<b>355</b>
--	------------

1. Normas UNE
2. Normas UNE-EN
3. Normas UNE-EN ISO
4. Normas UNE-EN ISO/IEC

<b>ANEJO 3. PRESCRIPCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL CEMENTO DE ALUMINATO DE CALCIO</b>	<b>362</b>
---	------------

1. Características del cemento de aluminato de calcio
2. Materiales
3. Proyecto
4. Dosificación



5. Equipos y útiles de trabajo
6. Puesta en obra del hormigón
7. Curado
8. Aplicaciones

<b>ANEJO 4.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE CEMENTO A EMPLEAR EN HORMIGONES ESTRUCTURALES</b>
-----------------	--

**366**

1. Introducción
2. Selección del tipo de cemento en función de la aplicación del hormigón
3. Selección del tipo de cemento en función de aplicaciones estructurales específicas
  - 3.1. Cementos recomendados para cimentaciones
  - 3.2. Cementos recomendados para obras portuarias y marítimas
  - 3.3. Cementos recomendados para presas
  - 3.4. Cementos recomendados para obras hidráulicas distintas de las presas
4. Selección del tipo de cemento en función de las circunstancias de hormigonado
5. Selección del tipo de cemento en función de la clase de exposición

<b>ANEJO 5.</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DE LA INYECCIÓN</b>
-----------------	--

**372**

1. Definición y aplicaciones
2. Aparato empleado
3. Procedimiento operatorio
4. Obtención y precisión de los resultados

<b>ANEJO 6.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN ADICIONAL CONTRA EL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>
-----------------	--

**374**

1. Alcance



2. Definiciones
3. Bases de proyecto
  - 3.1. Combinaciones de acciones
  - 3.2. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales
4. Métodos de comprobación
5. Método de comprobación mediante tablas
  - 5.1. Generalidades
  - 5.2. Soportes
  - 5.3. Muros
    - 5.3.1. *Muros no portantes*
    - 5.3.2. *Muros portantes*
  - 5.4. Tirantes. Elementos sometidos a tracción
  - 5.5. Vigas
    - 5.5.1. *Generalidades*
    - 5.5.2. *Vigas con las tres caras expuestas al fuego*
    - 5.5.3. *Vigas expuestas en todas sus caras*
  - 5.6. Losas macizas
  - 5.7. Forjados bidireccionales
  - 5.8. Forjados unidireccionales
6. Capas protectoras
7. Método simplificado de la isoterma
  - 7.1. Campo de aplicación
  - 7.2. Determinación de la capacidad resistente de cálculo de la sección transversal
  - 7.3. Reducción de las características mecánicas
  - 7.4. Isotermas

<b>ANEJO 7. CÁLULO SIMPLIFICADO DE SECCIONES EN ESTADO LÍMITE DE AGOTAMIENTO FRENTE A SOLICITACIONES NORMALES</b>
---

**393**

1. Alcance
2. Hipótesis básicas y limitaciones
3. Flexión simple en sección rectangular



- 3.1. Dimensionamiento
  - 3.1.1. *Fibra neutra acotada por una profundidad prefijada,  $x_f$ , igual o menor que la profundidad límite,  $x_l$*
  - 3.1.2. *La fibra prefijada está situada a la profundidad límite,  $x_l$*
- 3.2. Comprobación
- 4. Flexión simple en sección en T
  - 4.1. Dimensionamiento
    - 4.1.1. *Fibra neutra acotada por una profundidad prefijada,  $x_f$ , igual o menor que la profundidad límite,  $x_l$ .*
    - 4.1.2. *La fibra prefijada está situada a la profundidad límite,  $x_l$*
  - 4.2. Comprobación
- 5. Dimensionamiento y comprobación de secciones rectangulares sometidas a flexión compuesta recta. Armadura simétrica dispuesta en dos capas con recubrimientos iguales.
  - 5.1. Dimensionamiento
  - 5.2. Comprobación
- 6. Flexión esviada simple o compuesta en sección rectangular

<b>ANEJO 8. ANÁLISIS EN SITUACIÓN DE SERVICIO DE SECCIONES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOMETIDOS A FLEXIÓN SIMPLE</b>	<b>407</b>
---	------------

- 1. Alcance
- 2. Cálculo de secciones en servicio con fisuración
  - 2.1. Hipótesis básicas
  - 2.2. Sección rectangular
  - 2.3. Sección en T
  - 2.4. Curvatura y tensiones
- 3. Comprobación de la fisuración en forjados unidireccionales compuestos por elementos prefabricados y hormigón vertido en obra.
- 4. Cálculo simplificado de flechas instantáneas en piezas pretensadas o construidas por fases

<b>ANEJO 9. CONSIDERACIONES ADICIONALES SOBRE DURABILIDAD</b>	<b>415</b>
---	------------

- 1. Cálculos relativos al Estado Límite de durabilidad



- 1.1. Método general
- 1.2. Modelos de durabilidad para los procesos de corrosión
  - 1.2.1. *Generalidades*
  - 1.2.2. *Período de iniciación*
    - 1.2.2.1. *Modelo de carbonatación*
    - 1.2.2.2. *Modelo de penetración de cloruros*
  - 1.2.3. *Período de propagación*
  - 1.2.4. *Estimación de la vida útil debida a la corrosión de las armaduras*
- 2. Contribución de los morteros de revestimiento al recubrimiento de las armaduras

<b>ANEJO 10. REQUISITOS ESPECIALES RECOMENDADOS PARA ESTRUCTURAS SOMETIDAS A ACCIONES SÍSMICAS</b>
--

423

- 1. Alcance
- 2. Bases de proyecto
  - 2.1. Requisitos fundamentales
  - 2.2. Definiciones
  - 2.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales
  - 2.4. Elementos primarios y secundarios
- 3. Materiales
- 4. Análisis estructural
  - 4.1. Métodos de cálculo
- 5. Consideraciones relativas a los estados límite últimos
  - 5.1. Proyecto por capacidad
    - 5.1.1. *Esfuerzo cortante en vigas*
    - 5.1.2. *Momentos flectores en soportes*
    - 5.1.3. *Esfuerzo cortante en soportes*
  - 5.2. Estado límite de agotamiento por cortante
- 6. Detalles estructurales de elementos primarios



- 6.1. Generalidades
  - 6.2. Vigas
    - 6.2.1. *Ductilidad alta*
    - 6.2.2. *Ductilidad muy alta*
  - 6.3. Soportes
    - 6.3.1. *Disposiciones generales*
    - 6.3.2. *Disposiciones para ductilidad alta*
    - 6.3.3. *Disposiciones para ductilidad muy alta*
  - 6.4. Nudos
  - 6.5. Pantallas
  - 6.6. Elementos de unión entre pantallas acopladas
  - 6.7. Diafragmas horizontales
  - 6.8. Elementos de cimentación
  - 6.9. Elementos y uniones prefabricadas
7. Anclaje de armaduras

<b>ANEJO 11. TOLERANCIAS</b>
------------------------------

**443**

- 1. Especificaciones del Sistema de Tolerancias
- 2. Terminología
- 3. Selección del sistema de tolerancias
- 4. Principios generales
- 5. Desviaciones admisibles
  - 5.1. Armaduras
    - 5.1.1. *Armaduras pasivas*
    - 5.1.2. *Armaduras activas*
  - 5.2. Cimentaciones
  - 5.3. Elementos de estructuras de edificios construidas in situ
  - 5.4. Piezas prefabricadas (no aplicable a pilotes prefabricados)
    - 5.4.1. *Tolerancias de fabricación de elementos lineales*



- 5.4.2. *Tolerancias de fabricación de elementos superficiales*
- 5.4.3. *Desviaciones de montaje*
- 5.5. Pantallas, núcleos, torres, chimeneas, pilas y otros elementos hormigonados con encofrado deslizante
- 5.6. Muros de contención y muros de sótano
- 5.7. Obras hidráulicas y sanitarias
  - 5.7.1. *Canales*
  - 5.7.2. *Alcantarillas, sifones, etc*
- 5.8. Puentes y estructuras análogas hormigonadas in situ (para pilas deslizadas véase . )
- 5.9. Pavimentos y aceras (no aplicable a carreteras)
- 5.10. Obras civiles de elementos de gran espesor no incluidas en otros apartados
- 6. Tolerancias aplicables para reducir los coeficientes parciales de seguridad de los materiales
  - 6.1. Estructuras construidas in situ
  - 6.2. Elementos prefabricados

<b>ANEJO 12. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y DE CÁLCULO ESPECÍFICOS DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES CON VIGUETAS Y LOSAS ALVEOLARES PREFABRICADAS</b>
---

463

- 1. Alcance
- 2. Definición de los elementos constitutivos de un forjado
- 3. Tipos de forjado
  - 3.1. Forjado de viguetas
  - 3.2. Forjado de losas alveolares pretensadas
- 4. Método simplificado para la redistribución de esfuerzos en forjados
- 5. Reparto transversal de cargas en forjados unidireccionales y en losas alveolares
  - 5.1. Reparto transversal de cargas lineales y puntuales en forjados de viguetas
  - 5.2. Reparto transversal de cargas lineales y puntuales en forjados de losas alveolares pretensadas
    - 5.2.1. *Método de cálculo*
      - 5.2.1.1. *Distribución de la carga según la teoría de la elasticidad*
      - 5.2.1.2. *Sin distribución de carga*



- 5.2.2. *Limitación del ancho efectivo*
  - 5.2.3. *Limitación de desplazamientos laterales*
  - 5.2.4. *Coeficientes de distribución de carga para cargas en centro y bordes*
  - 5.2.5. *Coeficientes de distribución de carga para tres bordes apoyados*
6. Casos especiales de carga y sustentación
- 6.1. Flexión transversal debida a cargas concentradas en losas alveolares pretensadas
  - 6.2. Capacidad de carga de losas alveolares pretensadas apoyadas en tres bordes
7. Apoyos
- 7.1. Apoyos de forjados de viguetas
  - 7.2. Apoyos de placas alveolares pretensadas
    - 7.2.1. *Apoyos directos*
    - 7.2.2. *Apoyos indirectos*
8. Conexiones
- 8.1. Enfrentamiento de nervios
9. Coacciones no deseadas en losas alveolares pretensadas. Armadura mínima en apoyos simples
- 9.1. Generalidades
  - 9.2. Proyecto mediante cálculo

<b>ANEJO 13.      ÍNDICE DE CONTRIBUCIÓN DE LA ESTRUCTURA A LA SOSTENIBILIDAD</b>
---

**487**

- 1. Consideraciones generales
- 2. Criterios generales aplicados a las estructuras de hormigón
- 3. Método general de consideración de criterios de sostenibilidad
- 4. Índice de sensibilidad medioambiental de la estructura de hormigón (ISMA)
  - 4.1. Definición del Índice de sensibilidad medioambiental
  - 4.2. Clasificación medioambiental de las instalaciones
  - 4.3. Criterios medioambientales y funciones representativas
    - 4.3.1. *Criterio medioambiental de caracterización del hormigón*
    - 4.3.2. *Criterio medioambiental de caracterización de las armaduras*





- 4.3.3. *Criterio medioambiental de optimización del armado*
- 4.3.4. *Criterio medioambiental de sistemática del control de ejecución*
- 4.3.5. *Criterio medioambiental de reciclado de áridos*
- 4.3.6. *Criterio medioambiental de optimización del cemento*
- 4.3.7. *Criterio medioambiental de optimización del hormigón*
- 4.3.8. *Criterio medioambiental de control de los impactos*
- 4.3.9. *Criterio medioambiental de gestión de los residuos*
- 4.3.10. *Criterio medioambiental de gestión del agua*

- 5. Índice de contribución de la estructura a la Sostenibilidad
- 6. Comprobación de los criterios de contribución a la Sostenibilidad
  - 6.1. Evaluación del índice de contribución de la estructura a la Sostenibilidad en el proyecto
  - 6.2. Evaluación del índice de contribución de la estructura a la Sostenibilidad real de la ejecución

<b>ANEJO 14. RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE HORMIGÓN CON FIBRAS</b>
---

505

- 1. Alcance
- 2. Complementos al texto de esta Instrucción

<b>ANEJO 15. RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE HORMIGÓN RECICLADO</b>
--

526

- 1. Alcance
- 2. Complementos al texto de esta Instrucción

<b>ANEJO 16. RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE HORMIGÓN LIGERO</b>
---

542

- 1. Introducción



2. Alcance
3. Complementos al texto de esta Instrucción

<b>ANEJO 17. RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE</b>
--

555

1. Alcance
2. Complementos al texto de esta Instrucción

<b>ANEJO 18. HORMIGONES DE USO NO ESTRUCTURAL</b>
---

569

1. Alcance
2. Materiales
  - 2.1. Cementos Utilizables
  - 2.2. Aridos
  - 2.3. Aditivos
3. Características de los hormigones de los hormigones de uso no estructural
  - 3.1. Hormigón de Limpieza (HL)
  - 3.2. Hormigón No Estructural (HNE)

<b>ANEJO 19. NIVELES DE GARANTÍA Y REQUISITOS PARA EL RECONOCIMIENTO OFICIAL DE LOS DISTINTIVOS DE CALIDAD</b>
--

572

1. Introducción
2. Niveles de garantía de productos y procesos
3. Requisitos de carácter general de los distintivos
4. Requisitos generales del organismo certificador
  - 4.1. Condiciones de los reglamentos reguladores del distintivo
  - 4.2. Requisitos generales de los laboratorios verificadores
5. Requisitos relativos a la instalación de producción
6. Requisitos específicos mínimos para el reconocimiento oficial



- 6.1. Hormigón
- 7. Otros requisitos generales para el reconocimiento oficial de los distintivos con máximo nivel de garantía
  - 7.1. Hormigón
  - 7.2. Armaduras pasivas
  - 7.3. Elementos prefabricados
  - 7.4. Acero para armaduras pasivas
  - 7.5. Acero para armaduras activas
  - 7.6. Sistemas de aplicación del pretensado

<b>ANEJO 20. LISTA DE COMPROBACIÓN PARA EL CONTROL DE PROYECTO</b>
--

587

- 1. Memoria de cálculo
  - 1.1. Estudio geométrico
  - 1.2. Informe geotécnico
  - 1.3. Acciones
    - 1.3.1. *Identificación y congruencia*
    - 1.3.2. *Acciones durante el proceso constructivo*
  - 1.4. Propuesta estructural
  - 1.5. Modelos estructurales
  - 1.6. Cálculo de esfuerzos
    - 1.6.1. *Combinaciones de acciones*
    - 1.6.2. *Coefficientes de ponderación*
    - 1.6.3. *Programas o métodos de cálculo empleados*
    - 1.6.4. *La entrada de datos en los programas de cálculo de esfuerzos*
    - 1.6.5. *Las salidas de resultados de los programas de cálculo*
    - 1.6.6. *Consideración del proceso constructivo*
  - 1.7. Comprobación de estados límite
    - 1.7.1. *Congruencia entre resultados del cálculo y esfuerzos de comprobación*
    - 1.7.2. *Características de los materiales y coeficientes de minoración*
    - 1.7.3. *Dimensionamiento y comprobación*
    - 1.7.4. *Durabilidad*
    - 1.7.5. *Resistencia al fuego*
    - 1.7.6. *Resistencia al sismo*
    - 1.7.7. *Congruencia del dimensionamiento con los modelos*



- 1.7.8. *Incidencia en el proceso constructivo*
- 1.7.9. *Caso de elementos singulares*
- 1.7.10. *Congruencia con el informe geotécnico*

2. Planos

- 2.1. Congruencia con la memoria de cálculo
- 2.2. Congruencia con otros planos de definición de la obra
- 2.3. Documentación gráfica

3. Pliego de condiciones

- 3.1. Congruencia con la memoria de cálculo
- 3.2. Congruencia con los planos estructurales
- 3.3. Tolerancias

<b>ANEJO 21. DOCUMENTOS DE SUMINISTRO Y CONTROL</b>
---

**595**

1. Documentación previa al suministro

- 1.1. Documentación del distintivo de calidad
- 1.2. Otra documentación
  - 1.2.1. *Cementos*
  - 1.2.2. *Agua*
  - 1.2.3. *Aridos*
  - 1.2.4. *Aditivos*
  - 1.2.5. *Adiciones*
  - 1.2.6. *Hormigón*
  - 1.2.7. *Acero para armaduras pasivas*
  - 1.2.8. *Acero para armaduras activas*
  - 1.2.9. *Armaduras pasivas*
  - 1.2.10. *Sistemas de pretensado*
  - 1.2.11. *Elementos prefabricados*

2. Documentación durante el suministro



- 2.1. Áridos
- 2.2. Aditivos
- 2.3. Adiciones
- 2.4. Hormigón
- 2.5. Acero para armaduras pasivas
- 2.6. Acero para armaduras activas
- 2.7. Armaduras pasivas
- 2.8. Sistemas de pretensado
- 2.9. Elementos prefabricados
- 3. Documentación tras el suministro
  - 3.1. Certificado de garantía final del suministro
- 4. Acta de toma de muestras

<b>ANEJO 22. ENSAYOS PREVIOS Y CARACTERÍSTICOS DEL HORMIGÓN</b>	<b>610</b>
---	------------

- 1. Ensayos previos
- 2. Ensayos característicos de resistencia
- 3. Ensayos característicos de dosificación

<b>ANEJO 23. PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN POR ENDEREZADO DE MUESTRAS DE ACERO PROCEDENTES DE ROLLO, PARA SU CARACTERIZACIÓN MECÁNICA</b>	<b>615</b>
--	------------

- 1. Introducción
- 2. Toma de muestras
- 3. Equipo para la preparación de las muestras por enderezado
- 4. Procedimiento de preparación de las muestras por enderezado

<b>ANEJO 24. RECOMENDACIONES RELATIVAS A ELEMENTOS AUXILIARES DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE HORMIGÓN</b>	<b>618</b>
---	------------

- 1. Alcance



2. Criterios de carácter ambiental
  - 2.1. Proyecto de medios auxiliares
  - 2.2. Condiciones administrativas
  - 2.3. Montaje, utilización y desmontaje de los elementos auxiliares
  - 2.4. Reutilización de elementos auxiliares
3. Criterios específicos para cimbras autolanzables
  - 3.1. Proyecto de la cimbra
  - 3.2. Montaje de la cimbra
  - 3.3. Funcionamiento