

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	17
1.1. OBJETIVOS	17
1.2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA NORMATIVA	19
<b>2. GENERAL</b>	21
2.1. BASES DE DISEÑO	21
2.2. MATERIALES Y EJECUCIÓN	22
2.2.1. Clases de ejecución	23
2.2.2. Materiales	26
2.2.2.1. Acero estructural	26
2.2.2.2. Tornillos	41
2.2.2.3. Soldadura	46
2.3. RESISTENCIA Y PROTECCION CONTRA LA CORROSIÓN	47
<b>3. ACCIONES</b>	59
3.1. INTRODUCCIÓN	59
3.2. EFECTOS TÉRMICOS DIFERENCIALES	60
3.3. EFECTOS REOLÓGICOS EN PUENTES MIXTOS	63

3.3.1.	Propiedades mecánicas del hormigón	63
3.3.2.	Retracción	64
3.3.3.	Fluencia	67
3.3.4.	Coefficientes de equivalencia acero-hormigón	68
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL GLOBAL</b>	<b>69</b>
4.1.	MODELOS ESTRUCTURALES	69
4.2.	SECCIONES A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS GLOBAL	70
4.2.1.	Arrastre del cortante	70
4.2.2.	Abolladura de las chapas	72
4.2.3.	Puentes mixtos	73
4.2.3.1.	Flexión	73
4.2.3.2.	Torsión	77
4.3.	ANÁLISIS GLOBAL LINEAL Y NO LINEAL	77
4.3.1.	Introducción	77
4.3.2.	Método general	79
4.4.	CÁLCULO DE ESFUERZOS	84
4.5.	CÁLCULO DE ESFUERZOS EN PUENTES MIXTOS	90
4.5.1.	Coefficientes de equivalencia acero-hormigón	90
4.5.2.	Cálculo de los esfuerzos considerando los efectos reológicos	92
4.5.2.1.	Estados construidos	92
4.5.2.2.	Retracción	92
4.5.2.2.1.	Retracción en estados constructivos de la losa	92
4.5.2.2.2.	Retracción a puente terminado	93
4.5.2.2.3.	Cálculo de esfuerzos de retracción	94
4.5.2.3.	Esfuerzos térmicos	100
4.5.2.4.	Pretensado por deformaciones impuestas	100
4.5.2.5.	Postesado convencional	100

<b>5. ARRASTRE DEL CORTANTE EN ESTADOS LÍMITES</b>	103
5.1. INTRODUCCIÓN	103
5.2. VIGAS CON SECCIONES METÁLICAS (EN 1993-2)	105
5.3. VIGAS CON SECCIONES MIXTAS (EN 1994-2)	109
5.4. OTRAS TIPOLOGÍAS	110
<b>6. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO</b>	113
6.1. INTRODUCCIÓN	113
6.2. LIMITACIONES TENSIONALES	114
6.2.1. Limitaciones tensionales en el acero estructural	115
6.2.2. Limitaciones tensionales en el hormigón y las armaduras	119
6.3. CONTROL DE FISURACIÓN EN LOSAS DE PUENTES MIXTOS	120
6.4. DEFORMACIONES Y VIBRACIONES	125
6.4.1. Puentes	125
6.4.2. Pasarelas	126
<b>7. ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS: CÁLCULO DE SECCIONES</b>	131
7.1. ACCIONES	131
7.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES	132
7.3. CLASIFICACIÓN DE SECCIONES	132
7.3.1. Secciones metálicas	132
7.3.2. Secciones mixtas	136
7.4. RESISTENCIA DE LAS SECCIONES	138
7.4.1. Resistencia de secciones clase 1, 2 y 3	138
7.4.1.1. Resistencia a flexión	138
7.4.1.1.1. Cálculo elástico	139
7.4.1.1.2. Cálculo plástico	141
7.4.1.1.3. Cálculo no lineal	144
7.4.1.2. Resistencia a cortante e interacción flexión-cortante	147

7.4.2.	Resistencia de secciones clase 4	147
7.4.2.1.	Introducción	147
7.4.2.1.1.	Método de la sección reducida	148
7.4.2.1.2.	Método de las tensiones reducidas	158
7.4.2.1.3.	Método de redistribución de tensiones en la sección	160
7.4.2.1.4.	Otros métodos	161
7.4.2.2.	Método de la sección reducida	162
7.4.2.2.1.	Resistencia a flexión	162
7.4.2.2.2.	Resistencia a fuerzas transversales	184
7.4.2.2.3.	Resistencia a cortante	193
7.4.2.2.4.	Interacción de esfuerzos	209
7.4.2.3.	Resistencia de la sección por el método de las tensiones reducidas	210
<b>8.</b>	<b>RIGIDIZACIÓN</b>	227
8.1.	INTRODUCCIÓN	227
8.2.	FUNDAMENTOS DE LA FORMULACIÓN	229
8.3.	TRATAMIENTO DE LA RIGIDIZACIÓN SEGÚN EN 1993-1-5	252
<b>9.</b>	<b>CARGAS TRANSVERSALES-PATCH LOADINGS</b>	275
9.1.	INTRODUCCIÓN	275
9.2.	MÉTODO GENERAL DE CÁLCULO	276
9.2.1.	Carga plástica	277
9.2.2.	Carga crítica	280
9.3.	VIGAS SIN RIGIDIZACIÓN LONGITUDINAL. CARGA ÚLTIMA	295
9.4.	VIGAS CON RIGIDIZACIÓN LONGITUDINAL. CARGA ÚLTIMA	311

<b>10. PANDEO LATERAL</b>	315
10.1. INTRODUCCIÓN	315
10.2. FORMULACIÓN	317
10.3. CÁLCULO CON SOFTWARE	320
10.4. VIGAS CON ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO INTERMEDIOS	320
10.5. PUENTES EN CELOSÍA	340
10.6. VIGAS SIN ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO INTERMEDIOS	341
<b>11. CHAPAS CURVAS O ALABEADAS EN VIGAS</b>	345
11.1. INTRODUCCIÓN	345
11.2. TRATAMIENTO EN LA NORMATIVA	346
11.3. INFLUENCIA DE LA CURVATURA INDUCIDA POR LA FLEXIÓN EN EL ALMA DE UNA VIGA SIN CURVATURA EN ALZADO	349
11.4. EFICACIA DE UN ALA CURVA FRENTE A TENSIONES LONGITUDINALES	350
11.5. EFICACIA DE UN ALMA CURVA FRENTE A TENSIONES LONGITUDINALES	361
11.6. EFICACIA DE UNA CHAPA FRENTE A TENSIONES TANGENCIALES	364
11.7. ALMAS ALABEADAS	366
<b>12. DIAFRAGMAS</b>	373
12.1. DIAFRAGMAS EN PUENTES EN CAJÓN	373
12.1.1. Introducción	373
12.1.2. Comportamiento de la sección cajón	374
12.1.3. Torsión uniforme y no uniforme	383
12.1.4. Distorsión	390
12.2. MARCO DE APOYO PUENTE BIVIGA	417
12.2.1. Introducción	417
12.2.2. Acciones a considerar	418

<b>13. TABLEROS ORTÓTROPOS</b>	425
13.1. INTRODUCCIÓN	425
13.2. CÁLCULO RESISTENTE DE CHAPA DE PISO Y RIGIDIZADOR LONGITUDINAL	428
13.3. DETALLES DE FATIGA DE CHAPA DE PISO Y RIGIDIZADOR LONGITUDINAL	437
<b>14. CONEXIÓN</b>	455
14.1. INTRODUCCIÓN	455
14.2. RASANTE BAJO ACCIONES NORMALES A LA DIRECTRIZ	457
14.3. ANÁLISIS DE LA DEFORMABILIDAD DE LA CONEXIÓN	465
14.4. RASANTE BAJO ACCIONES LONGITUDINALES CONCENTRADAS	472
14.5. ADHERENCIA ACERO-HORMIGÓN	476
14.6. PERNOS CONECTADORES. STUDS	479
14.7. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS	488
14.8. OTROS CONECTADORES FLEXIBLES	492
14.9. CONECTADORES RÍGIDOS	498
14.10. ARMADURA DE CONEXIÓN	504
<b>15. FATIGA</b>	509
15.1. INTRODUCCIÓN	509
15.2. BREVE VISIÓN HISTÓRICA	510
15.3. CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA DE LA FRACTURA	512
15.4. ENSAYO DE CHOQUE CHARPY ISO-V	521
15.5. MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA FATIGA	531
15.6. CARGAS DE FATIGA SEGÚN EN 1991-2	539
<b>16. DETALLES ESTRUCTURALES</b>	547
16.1. INTRODUCCIÓN	547
16.2. DETALLES	547

---

**ÍNDICE**

16.3.	ASPECTOS PRÁCTICOS DEL PATCH LOADING	565
16.4.	APARATOS DE APOYO	576
<b>17.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>587</b>
17.1.	MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA	587
17.1.1.	Introducción	587
17.1.2.	Tipologías de montaje	587
17.2.	FORMACIÓN DE LA LOSA	604
17.2.1.	Introducción	604
17.2.2.	Trabajo frente a cargas locales	605
17.2.3.	Control de la fisuración	609
17.2.4.	Puesta en obra de la losa	612
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>621</b>