

Reglamento CIRSOC 201
Ministerio de Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

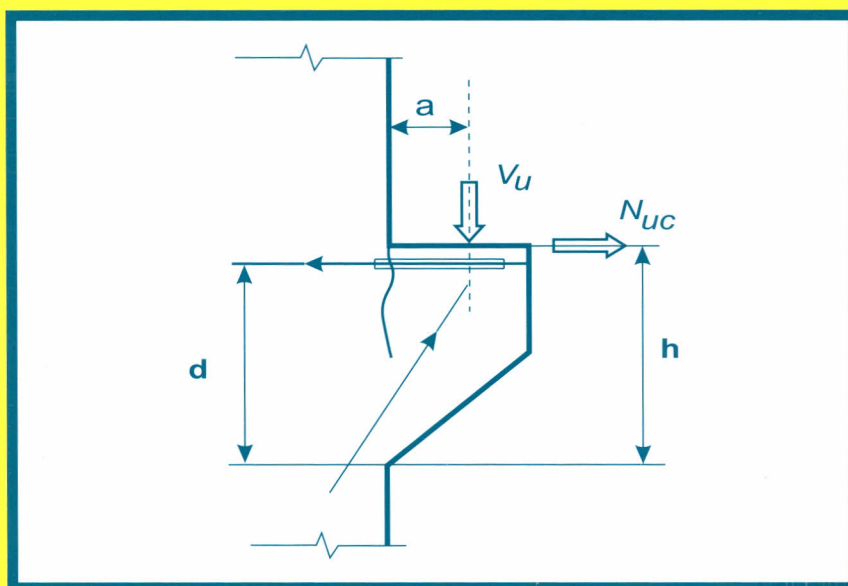
INTI

Instituto Nacional de
Tecnología Industrial



CIRSOC

Centro de Investigación de los
Reglamentos Nacionales de
Seguridad para las Obras Civiles



REGLAMENTO ARGENTINO
DE ESTRUCTURAS DE
HORMIGÓN

Julio 2005

INDICE

PARTE 1. REQUISITOS GENERALES

CAPITULO 1. CAMPO DE VALIDEZ, DOCUMENTACIÓN TÉCNICA Y DEFINICIONES

1.1.	CAMPO DE VALIDEZ	1
1.1.1.	Vigencia	1
1.1.2.	Alcance	1
1.1.3.	Aplicación complementaria	2
1.1.4.	Materiales, elementos y sistemas constructivos no contemplados en este Reglamento	2
1.1.5.	Figuras legales mencionadas en este Reglamento	3
1.2.	REGLAMENTOS RECOMENDACIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	3
1.2.1.	Reglamentos y Recomendaciones CIRSOC e INPRES-CIRSOC	3
1.2.2.	Normas IRAM e IRAM - IAS	4
1.2.3.	Disposiciones CIRSOC	9
1.3.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	9
1.3.1.	Documentación Técnica Inicial	9
1.3.2.	Documentación Técnica de Obra	12
1.3.3.	Comienzo de la Obra Estructural	15
1.3.4.	Paralización de los trabajos	15
1.3.5.	Documentación Técnica Final o Conforme a Obra	16
1.3.6.	Documentación Técnica de Estructuras Existentes	17
1.3.7.	Sistema de calidad	18
1.4.	DEFINICIONES, SIMBOLOGÍA Y GLOSARIO	18
1.5.	UNIDADES	18
1.6.	AYUDAS DE DISEÑO	18

ANEXOS AL CAPITULO 1

Definiciones	1
Simbología General	11

PARTE 2. ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LOS MATERIALES Y HORMIGONES

CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIONES POR RESISTENCIA Y DURABILIDAD

2.0.	SIMBOLOGÍA	19
2.1.	REQUISITOS GENERALES	19
2.2.	REQUISITOS POR DURABILIDAD	20
2.2.1.	Requisitos Generales	20
2.2.2.	Requisitos del Proyecto Estructural	21
2.2.3.	Requisitos de ejecución	22
2.2.4.	Clasificación del medio ambiente	22
2.2.5.	Sustancias agresivas al hormigón contenidas en aguas y suelos en contacto con las estructuras	23
2.2.6.	Contenido máximo de sulfatos en los agregados componentes del hormigón	25
2.2.7.	Contenidos máximos de cloruros en el hormigón	25
2.2.8.	Hormigón expuesto a temperaturas de congelación y deshielo	25
2.2.9.	Reacción álcali - sílice	26
2.2.10.	Medidas especiales de protección en ambientes con agresividad química	30
2.2.11.	Penetración de agua	31
2.2.12.	Requerimientos prestacionales	31
2.3.	RESISTENCIA DE LOS HORMIGONES	38
2.3.1.	Resistencia especificada	38
2.3.2.	Clases de hormigón	38
2.3.3.	Edad de diseño	38
2.4.	REQUISITOS DE LOS HORMIGONES CON CARACTERISTICAS ESPECIALES	39

CAPITULO 3. MATERIALES

3.0.	SIMBOLOGÍA	41
3.1.	CEMENTOS	41
3.1.1.	Requisitos generales	41
3.1.2.	Requisitos especiales	42
3.1.3.	Provisión y almacenamiento del cemento	43
3.2.	AGREGADOS	44
3.2.1.	Campo de validez	44
3.2.2.	Requisitos generales	44
3.2.3.	Agregado fino	44

3.2.4. Agregado grueso	48
3.2.5. Acopio y manipuleo de agregados	51
3.3. AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES	52
3.3.1. Requisitos	52
3.4. ADITIVOS PARA HORMIGONES	52
3.4.1. Requisitos generales	52
3.4.2. Acopio, identificación y manipuleo	52
3.5. ADICIONES MINERALES PULVERULENTAS	53
3.5.1. Requisitos generales	53
3.5.2. Provisión y almacenamiento de las adiciones minerales	53
3.6. ACEROS	53
3.6.1. Barras y alambres de acero para armaduras	54
3.6.2. Mallas de alambres de acero soldadas para armaduras	56
3.6.3. Cordones, alambres y barras para estructuras de hormigón pretensado	56
3.6.4. Acopio, identificación y manipuleo	56

PARTE 3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

CAPITULO 4. CRITERIOS Y CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN

4.0. SIMBOLOGÍA	65
4.1. REQUISITOS GENERALES	65
4.1.6. Ensayos para verificar la resistencia especificada	66
4.2. CONFORMIDAD CON LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	66
4.2.1. Requisitos generales	66
4.2.2. Dimensión de lotes y extracción de muestras	67
4.2.3. Criterios de conformidad para el Modo 1 de Control	68
4.2.4. Criterios de conformidad para el Modo 2 de Control	70
4.2.5. Determinación del volumen de hormigón no conforme	71
4.3. JUZGAMIENTO DE LA RESISTENCIA PARA VALORAR EL GRADO DE ENDURECIMIENTO DEL HORMIGÓN	71
4.3.1. Campo de validez	71
4.3.2. Ensayo de probetas moldeadas	72
4.3.3. Aplicación de la madurez del hormigón	72

4.4.	VERIFICACIONES A REALIZAR CUANDO UN LOTE NO POSEE LA RESISTENCIA POTENCIAL ESPECIFICADA	73
4.5.	CONFORMIDAD DE LOS REQUISITOS DE DURABILIDAD	75
4.5.1.	Requisitos generales	75
4.5.2.	Criterios de conformidad para la razón agua-cemento	75
4.6.	CONFORMIDAD DE LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO	76
4.6.1.	Extracción de muestras de hormigón fresco	76
4.6.2.	Metodología del control	76
4.6.3.	Criterios de conformidad para la consistencia del hormigón	77
4.6.4.	Criterios de conformidad para el contenido de aire en el hormigón	77
4.6.5.	Criterios de conformidad para la temperatura del hormigón fresco	78
4.6.6.	Criterios de conformidad para la masa de la unidad de volumen del hormigón fresco	78
4.6.7.	Criterios de conformidad para el contenido de material pulverulento que pasa el tamiz IRAM 300 μm	78
4.6.8.	Criterio de conformidad para el requisito de exudación del hormigón	79
4.6.9.	Criterios de conformidad para otras propiedades del hormigón exigidas en los Documentos del Proyecto	79

ANEXOS AL CAPÍTULO 4. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA UNA PLANTA ELABORADORA DE HORMIGÓN

PRIMERA PARTE. INTRODUCCIÓN, TÉRMINOS, DEFINICIONES Y CONCEPTOS GENERALES

1.	OBJETO Y CAMPO DE VALIDEZ	1
2.	FUNDAMENTOS	1
3.	ENFOQUE	1
4.	TÉRMINOS Y DEFINICIONES	2
5.	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	2

SEGUNDA PARTE. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

6.	DIRECCIÓN	3
7.	RECURSOS HUMANOS, ECONÓMICOS, INSTALACIONES Y EQUIPOS AFECTADOS A LAS ACTIVIDADES DE LA CALIDAD	4
8.	DOCUMENTACIÓN	6
9.	COMPRAS	8

10. RECEPCIÓN, ACOPIO Y MANEJO DE ACOPIOS DE MATERIALES PARA ELABORAR HORMIGÓN	11
11. DISEÑO	13
12. PROCESO	13
13. MEDICIÓN Y CONTROL DEL PROCESO	14
14. REGISTROS	18
15. AUDITORÍAS INTERNAS Y EXTERNAS	21
16. CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE LA CALIDAD	22

CAPÍTULO 5. HORMIGON FRESCO - PROPIEDADES, DOSIFICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

5.0. SIMBOLOGIA	81
5.1. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO	81
5.1.1. Consistencia del hormigón	81
5.1.2. Aire intencionalmente incorporado	83
5.1.3. Contenido de material pulverulento que pasa el tamiz IRAM 300 μm	84
5.1.4. Exudación del hormigón	84
5.1.5. Contenido unitario de cemento	85
5.1.6. Homogeneidad de una mezcla de hormigón	85
5.2. DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN	85
5.2.1. Requisitos generales	85
5.2.2. Estimación de la resistencia de diseño de la mezcla	86
5.2.3. Desviación estándar	87
5.2.4. Elección de la razón agua/cemento	90
5.2.5. Determinación de la composición del hormigón	90
5.3. PRODUCCIÓN	92
5.3.1. Datos básicos de producción a disponer	92
5.3.2. Medición de los materiales componentes del hormigón	93
5.3.3. Mezclado del hormigón	95
5.4. TRANSPORTE DEL HORMIGÓN A Y EN LA OBRA	96
5.4.1. Transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	96
5.4.2. Transporte del hormigón mediante motohormigoneras o equipos agitadores	97

5.5.	MANIPULEO DEL HORMIGÓN EN OBRA	99
5.5.1.	Generalidades	99
5.5.2.	Utilización de canaletas	99
5.5.3.	Transporte del hormigón mediante cintas	99
5.5.4.	Transporte del hormigón por bombeo	100
5.5.5.	Utilización de tuberías verticales	101
5.6.	COLOCACIÓN	101
5.6.1.	Aspectos generales	101
5.6.2.	Estructuras hormigonadas en contacto con el suelo	101
5.6.3.	Estructuras hormigonadas en contacto con el agua	102
5.6.4.	Estructuras hormigonadas en contacto con encofrados	102
5.6.5.	Disposiciones sobre colocación del hormigón	103
5.6.6.	Hormigonado de elementos típicos	103
5.7.	COMPACTACIÓN	105
5.7.1.	Requisitos generales	105
5.7.2.	Compactación mediante vibradores de inmersión	105
5.7.3.	Compactación manual por varillado	106
5.7.4.	Compactación mediante vibradores de encofrados	106
5.8.	SUPERFICIES Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	107
5.8.1.	Definición	107
5.8.2.	Ubicación	107
5.8.3.	Metodología de ejecución	107
5.8.4.	Tratamiento de las superficies y juntas de construcción	108
5.8.5.	Diseño de las juntas de construcción	109
5.9.	JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DE DILATACIÓN	109
5.9.1.	Ubicación	109
5.9.2.	Metodología de ejecución	109
5.10.	PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN	109
5.10.1.	Acciones que originan la necesidad de protección	109
5.10.2.	Curado del hormigón	110
5.10.3.	Curado con agua	112
5.10.4.	Curado mediante compuestos líquidos capaces de formar membranas	112
5.10.5.	Curado mediante membranas preformadas	113
5.10.6.	Curado a vapor	113
5.11.	REQUISITOS PARA EL HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO	115
5.11.1.	Definición	115
5.11.2.	Temperaturas de colocación del hormigón fresco	115
5.11.3.	Temperaturas máximas de calentamiento de los materiales	116
5.11.4.	Elaboración del hormigón	116
5.11.5.	Colocación del hormigón	116

5.11.6. Protección y curado del hormigón	117
5.12. REQUISITOS PARA EL HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO	119
5.12.1. Definición	118
5.12.2. Temperatura de colocación del hormigón fresco	119
5.12.3. Reducción de la temperatura del hormigón	119
5.12.4. Elaboración del hormigón	120
5.12.5. Colocación del hormigón	120
5.12.6. Protección y curado del hormigón	120
5.13. HORMIGÓN MASIVO ESTRUCTURAL	121
5.13.1. Definición, alcance y requisitos	121
5.13.2. Materiales componentes	122
5.13.3. Composición del hormigón	122
5.13.4. Propiedades del hormigón fresco	122
5.13.5. Resistencia potencial del hormigón masivo	123
5.13.6. Colocación y compactación del hormigón	124
5.13.7. Curado y protección del hormigón	125

CAPITULO 6. SISTEMAS DE ENCOFRADOS. CAÑERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS, INCLUIDAS EN LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

6.0. SIMBOLOGÍA	127
6.1. ENCOFRADOS, PUNTALES, ARRIOSTRAMIENTOS Y OTROS ELEMENTOS DE SOSTÉN	127
6.1.1. Exigencias generales	127
6.1.2. Encofrados	128
6.1.3. Puntales, arriostramientos y accesorios de unión y sujeción	129
6.2. REMOCION DE ENCOFRADOS, APUNTALAMIENTOS Y ARRIOSTRAMIENTOS. REAPUNTALAMIENTOS	130
6.2.1. Exigencias generales	130
6.2.2. Resistencia y plazos mínimos para remoción de los encofrados laterales, apuntalamientos, arriostramientos y demás elementos de sostén	131
6.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENCOFRADOS	134
6.3.1. Presión lateral originada por el hormigón fresco sobre los encofrados	134
6.3.2. Cargas verticales	134
6.3.3. Cargas horizontales	135
6.3.4. Cargas especiales	135
6.3.5. Tensiones unitarias	136
6.3.6. Accesorios para los sistemas de encofrados	137

6.4.	CAÑERÍAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS, INCLUIDAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON	137
6.4.1.	Exigencias generales	137
6.4.2.	Cañerías de acero para la conducción de fluidos	138
6.5.	TOLERANCIAS CONSTRUCTIVAS DE ENCOFRADOS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES TERMINADOS	139
6.5.1.	Exigencias generales	139
6.5.2.	Estructuras de hormigón armado construidas en el lugar	139
6.5.3.	Tolerancias en el acabado de superficies de losas	142
6.5.4.	Clases y tolerancias de terminación	142
6.5.5.	Estructuras de hormigón ejecutadas con encofrados deslizantes	143
6.5.6.	Tolerancias en juntas	144

CAPÍTULO 7. DETALLES DE ARMADO

7.0.	SIMBOLOGÍA	145
7.1.	GANCHOS NORMALES	145
7.1.3.	Ganchos para el anclaje de estribos abiertos y cerrados	146
7.2.	DIÁMETROS MÍNIMOS DEL MANDRIL DE DOBLADO	147
7.3.	DOBLADO DE LA ARMADURA	150
7.4.	ESTADO SUPERFICIAL DE LA ARMADURA	150
7.5.	COLOCACIÓN DE LA ARMADURA	150
7.6.	LÍMITES PARA LA SEPARACIÓN DE LA ARMADURA	152
7.6.6.	Paquetes de barras	155
7.6.7.	Cables y vainas de pretensado	156
7.7.	RECUBRIMIENTO DE HORMIGÓN	156
7.7.1.	Hormigón colocado en obra (no pretensado)	157
7.7.2.	Hormigón colocado en obra (pretensado)	159
7.7.3.	Hormigón prefabricado (elaborado en condiciones de control de planta)	160
7.7.4.	Paquetes de barras	161
7.7.5.	Recubrimientos mínimos para clases de exposición ambiental distintas de A1 y A2.	161
7.7.6.	Ampliaciones futuras	161
7.7.7.	Dimensiones y recubrimientos mínimos para proteger a las estructuras de la acción del fuego	161

7.8.	DETALLES ESPECIALES DE LA ARMADURA PARA COLUMNAS	167
7.8.1.	Barras dobladas por cambio de sección	167
7.8.2.	Núcleos de acero	168
7.9.	NUDOS	169
7.10.	ARMADURA TRANSVERSAL PARA LOS ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN	169
7.10.4.	Zunchos en espiral	169
7.10.5.	Estribos de columnas	172
7.11.	ARMADURA TRANSVERSAL PARA ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	175
7.12.	ARMADURA DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA	176
7.13.	REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL	179

PARTE 4 – REQUISITOS GENERALES

CAPITULO 8. ANALISIS Y DISEÑO – CONSIDERACIONES GENERALES

8.0.	SIMBOLOGÍA	183
8.1.	MÉTODOS DE DISEÑO	184
8.2.	CARGAS	184
8.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	185
8.4.	REDISTRIBUCIÓN DE LOS MOMENTOS NEGATIVOS EN ELEMENTOS CONTINUOS, SOLICITADOS A FLEXIÓN	185
8.5.	MÓDULO DE ELASTICIDAD	187
8.6.	RIGIDEZ	187
8.7.	LUZ DE CÁLCULO	188
8.8.	COLUMNAS	188
8.9.	DISPOSICIÓN DE LA SOBRECARGA	189
8.10.	SISTEMAS DE VIGAS T	189
8.11.	LOSAS NERVURADAS	190
8.12.	TERMINACIÓN SUPERFICIAL DE LAS LOSAS	192

CAPÍTULO 9. REQUISITOS DE RESISTENCIA Y COMPORTAMIENTO EN SERVICIO

9.0. SIMBOLOGÍA	193
9.1. REQUISITOS GENERALES	196
9.2. RESISTENCIA REQUERIDA	196
9.3. RESISTENCIA DE DISEÑO	197
9.4. RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA ARMADURA	200
9.5. CONTROL DE LAS FLECHAS	200
9.5.2. Elementos armados en una dirección (no pretensados)	200
9.5.3. Elementos armados en dos direcciones (no pretensados)	203
9.5.4. Elementos de hormigón pretensado	208
9.5.5. Construcción en etapas	209
9.5.5.0. Campo de validez	209
9.5.5.1. Elementos apuntalados	209
9.5.5.2. Elementos sin apuntalar	209
9.6. REQUISITOS DE DURABILIDAD	210

CAPÍTULO 10. CARGAS AXIALES Y FLEXION

10.0. SIMBOLOGÍA	213
10.1. CAMPO DE VALIDEZ	216
10.2. HIPÓTESIS DE DISEÑO	216
10.3. PRINCIPIOS Y REQUISITOS GENERALES	218
10.4. DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS LATERALES DE ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	221
10.5. ARMADURA MÍNIMA EN ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	221
10.6. DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA DE FLEXIÓN EN VIGAS Y LOSAS ARMADAS EN UNA DIRECCIÓN	222
10.6.6.1. Control de fisuración	222
10.7. VIGAS DE GRAN ALTURA	224
10.8. DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS	224
10.8.1. Elementos comprimidos aislados armados con múltiples zunchos en espiral	224
10.8.2. Elementos comprimidos contruidos monolíticamente con los tabiques	224

10.8.3. Elementos comprimidos de sección circular equivalente	225
10.8.4. Límites de la sección (área efectiva reducida)	225
10.9. LÍMITES PARA LA ARMADURA DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS	225
10.10. EFECTOS DE ESBELTEZ EN ELEMENTOS COMPRIMIDOS	226
10.11. MOMENTOS AMPLIFICADOS – CONCEPTOS GENERALES	226
10.12. MOMENTOS AMPLIFICADOS – PÓRTICOS INDESPLAZABLES	229
10.13. MOMENTOS AMPLIFICADOS – PÓRTICOS DESPLAZABLES	231
10.13.4. Determinación de $\delta_s M_s$	232
10.14. ELEMENTOS CARGADOS AXIALMENTE QUE SOPORTAN SISTEMAS DE LOSAS	233
10.15. TRANSMISIÓN DE CARGAS DE LAS COLUMNAS EN LA UNIÓN CON LAS LOSAS DE ENTREPIOS	234
10.16. ELEMENTOS COMPUESTOS (MIXTOS) SOLICITADOS A COMPRESIÓN	235
10.16.6. Núcleo de hormigón confinado con acero estructural	236
10.16.7. Armadura con forma de zuncho alrededor de un núcleo de acero estructural	236
10.16.8. Estribos cerrados alrededor de un núcleo de acero estructural	237
10.17. RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO	238

CAPITULO 11 - CORTE Y TORSION

11.0. SIMBOLOGÍA	239
11.1. RESISTENCIA AL CORTE	244
11.2. HORMIGÓN LIVIANO	246
11.3. RESISTENCIA AL CORTE PROPORCIONADA POR EL HORMIGÓN EN LOS ELEMENTOS NO PRETENSADOS	247
11.4. RESISTENCIA AL CORTE PROPORCIONADA POR EL HORMIGÓN EN ELEMENTOS PRETENSADOS	249
11.5. RESISTENCIA AL CORTE PROPORCIONADA POR LA ARMADURA CORRESPONDIENTE	252
11.5.1. Tipos de armadura de corte	252
11.5.5. Límites para la separación de la armadura de corte	254
11.5.6. Armadura mínima de corte	255
11.5.7. Determinación de la armadura de corte	256
11.6. DIMENSIONAMIENTO A TORSIÓN	257

11.6.1. Torsión crítica	258
11.6.2. Determinación del momento torsor mayorado T_u	260
11.6.3. Resistencia al momento torsor	262
11.6.4. Detalles de la armadura de torsión	266
11.6.5. Armadura mínima de torsión	268
11.6.6. Separación de la armadura de torsión	270
11.6.7. Diseño alternativo a torsión	269
 11.7. CORTE POR FRICCIÓN	 270
11.7.4. Método de diseño para corte por fricción	273
 11.8. VIGAS DE GRAN ALTURA	 274
11.9. DISPOSICIONES ESPECIALES PARA MÉNSULAS CORTAS	277
11.10. DISPOSICIONES ESPECIALES PARA TABIQUES	281
11.10.9. Diseño de la armadura de corte para tabiques	283
11.11. TRANSMISIÓN DE LOS MOMENTOS A LAS COLUMNAS	285
11.12. DISPOSICIONES ESPECIALES PARA LOSAS Y ZAPATAS	287
11.12.5. Aberturas en losas	294
11.12.6. Transferencia de momentos en las uniones de losas y columnas	296

CAPÍTULO 12. LONGITUDES DE ANCLAJE Y DE EMPALME DE LA ARMADURA

12.0. SIMBOLOGÍA	299
12.1. ANCLAJE DE LA ARMADURA – REQUISITOS GENERALES	301
12.2. ANCLAJE DE LAS BARRAS Y ALAMBRES CONFORMADOS SOLICITADOS A TRACCIÓN	301
12.2.5. Armadura en exceso	304
12.3. ANCLAJE DE LAS BARRAS Y ALAMBRES CONFORMADOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN	304
12.4. ANCLAJE DE LOS PAQUETES DE BARRAS	305
12.5. ANCLAJE DE LAS BARRAS O ALAMBRES TRACCIONADOS CON GANCHOS NORMALES	305
12.6. ANCLAJE MECÁNICO	308
12.7. ANCLAJE DE LAS MALLAS DE ACERO SOLDADAS DE ALAMBRES CONFORMADOS SOLICITADAS A TRACCIÓN	309
12.8. ANCLAJE DE LAS MALLAS DE ACERO SOLDADAS DE ALAMBRES LISOS SOLICITADAS A TRACCIÓN	310

12.9. ANCLAJE DE LOS CORDONES DE PRETENSADO	311
12.10. ANCLAJE DE LA ARMADURA DE FLEXIÓN – REQUISITOS GENERALES	312
12.11. ANCLAJE DE LA ARMADURA PARA MOMENTO POSITIVO	315
12.12. ANCLAJE DE LA ARMADURA PARA MOMENTO NEGATIVO	316
12.13. ANCLAJE DE LA ARMADURA DEL ALMA	317
12.14. EMPALMES DE LA ARMADURA – REQUISITOS GENERALES	320
12.14.2. Empalmes por yuxtaposición	320
12.14.3. Empalmes mecánicos y soldados	321
12.15. EMPALMES DE BARRAS Y ALAMBRES CONFORMADOS SOLICITADOS A TRACCIÓN	321
12.16. EMPALMES DE LAS BARRAS CONFORMADAS SOLICITADAS A COMPRESIÓN	323
12.16.4. Empalmes por contacto a tope	323
12.17. REQUISITOS ESPECIALES PARA EMPALMES EN LAS COLUMNAS	323
12.17.2. Empalmes por yuxtaposición en las columnas	324
12.17.3. Empalmes mecánicos o soldados en las columnas	325
12.17.4. Empalmes por contacto a tope en columnas	325
12.18. EMPALMES DE LAS MALLAS DE ACERO SOLDADAS DE ALAMBRES CONFORMADOS SOLICITADAS A TRACCIÓN	325
12.19. EMPALMES DE LAS MALLAS DE ACERO SOLDADAS DE ALAMBRES LISOS SOLICITADAS A TRACCIÓN	326

PARTE 5. SISTEMAS O ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CAPITULO 13. SISTEMAS DE LOSAS QUE TRABAJAN EN DOS DIRECCIONES

13.0. SIMBOLOGÍA	329
13.1. CAMPO DE VALIDEZ	331
13.2. DEFINICIONES	331
13.2.1. Faja de columna	331
13.2.2. Faja intermedia	332
13.2.3. Paño de losa	333
13.3. ARMADURA DE LA LOSA	333

13.3.8. Detalles de la armadura en las losas sin vigas	335
13.4. ABERTURAS EN LOS SISTEMAS DE LOSAS	338
13.5. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO	338
13.6. MÉTODO DE DISEÑO DIRECTO	340
13.6.1. Limitaciones	340
13.6.2. Momento isostático mayorado total para un tramo	341
13.6.3. Momentos mayorados negativos y positivos	342
13.6.4. Momentos mayorados en las fajas de columna	344
13.6.5. Momentos mayorados en las vigas	345
13.6.6. Momentos mayorados en las fajas intermedias	345
13.6.7. Modificación de los momentos mayorados	346
13.6.8. Esfuerzos de corte mayorados en los sistemas de losas con vigas	346
13.6.9. Momentos mayorados en las columnas y en los tabiques	347
13.7. MÉTODO DEL PÓRTICO EQUIVALENTE	347
13.7.1. Hipótesis	347
13.7.2. Definición del método	348
13.7.3. Sistema losa-viga	351
13.7.4. Columnas	351
13.7.5. Elementos torsionales	351
13.7.6. Ubicación de la sobrecarga	353
13.7.7. Momentos mayorados	354

CAPÍTULO 14. TABIQUES

14.0. SIMBOLOGÍA	357
14.1. CAMPO DE VALIDEZ	359
14.2. REQUISITOS GENERALES	360
14.3. ARMADURA MÍNIMA	360
14.4. TABIQUES DISEÑADOS COMO ELEMENTOS COMPRIMIDOS	362
14.5. MÉTODO DE DISEÑO EMPÍRICO	362
14.6. TABIQUES NO PORTANTES	363
14.7. TABIQUES UTILIZADOS COMO VIGAS DE FUNDACIÓN	364
14.8. DISEÑO ALTERNATIVO PARA TABIQUES ESBELTOS	364

CAPÍTULO 15. ZAPATAS Y CABEZALES DE PILOTES

15.0. SIMBOLOGÍA	369
------------------	-----

15.1. CAMPO DE VALIDEZ	369
15.2. CARGAS Y REACCIONES	369
15.3. ZAPATAS Y CABEZALES QUE SOPORTAN COLUMNAS O PEDESTALES DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR O CON FORMA DE POLÍGONO REGULAR	370
15.4. MOMENTOS EN ZAPATAS Y CABEZALES	370
15.5. ESFUERZO DE CORTE EN ZAPATAS Y CABEZALES	372
15.6. ANCLAJE DE LA ARMADURA EN ZAPATAS Y CABEZALES	373
15.7. ALTURA MÍNIMA DE LAS ZAPATAS Y CABEZALES	373
15.8. TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS EN LA BASE DE COLUMNAS, TABIQUES, Ó PEDESTALES ARMADOS	373
15.9. ZAPATAS CON PENDIENTE O ESCALONADAS	375
15.10. ZAPATAS COMBINADAS Y PLATEAS	376

CAPÍTULO 16. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PREFABRICADO

16.0. SIMBOLOGÍA	377
16.1. CAMPO DE VALIDEZ	377
16.2. REQUISITOS GENERALES	377
16.3. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS ENTRE LOS ELEMENTOS	378
16.4. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS	378
16.5. INTEGRIDAD ESTRUCTURAL	380
16.6. DISEÑO DE LAS UNIONES Y DE LOS APOYOS	381
16.7. ELEMENTOS INCORPORADOS AL HORMIGÓN DESPUÉS DE SU COLOCACIÓN	383
16.8. MARCAS DE IDENTIFICACIÓN	383
16.9. MANIPULACIÓN	383
16.10. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS	383

CAPITULO 17. ELEMENTOS DE HORMIGÓN, CONSTRUÍDOS EN ETAPAS, SOLICITADOS A FLEXION

17.0. SIMBOLOGÍA	385
17.1. CAMPO DE VALIDEZ	385
17.2. REQUISITOS GENERALES	386
17.3. APUNTALAMIENTO	386
17.4. RESISTENCIA AL CORTE VERTICAL	386
17.5. RESISTENCIA AL CORTE HORIZONTAL	387
17.6. ESTRIBOS PARA CORTE HORIZONTAL	388

CAPÍTULO 18. HORMIGÓN PRETENSADO

18.0. SIMBOLOGÍA	391
18.1. CAMPO DE VALIDEZ	394
18.2. REQUISITOS GENERALES	395
18.3. HIPÓTESIS DE DISEÑO	395
18.4. REQUISITOS PARA LAS CONDICIONES DE SERVICIO – ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	398
18.5. TENSIONES ADMISIBLES EN EL ACERO DE PRETENSADO	399
18.6. PÉRDIDAS DE PRETENSADO	400
18.6.2. Pérdidas por fricción en los cables de postesado	400
18.7. RESISTENCIA A FLEXIÓN	401
18.8. LÍMITES PARA LA ARMADURA DE LOS ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	402
18.9. ARMADURA ADHERENTE MÍNIMA	403
18.10. ESTRUCTURAS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADAS	405
18.10.4. Redistribución de los momentos negativos en los elementos pretensados continuos, solicitados a flexión	406
18.11. ELEMENTOS COMPRIMIDOS . COMBINACIÓN DE CARGAS AXIALES Y DE FLEXIÓN	406
18.11.2. Límites para la armadura de los elementos pretensados solicitados a compresión	406
18.12. SISTEMAS DE LOSAS	407

18.13. ZONAS DE ANCLAJE DE LOS CABLES POSTESADOS	408
18.13.1. Zona de anclaje	408
18.13.2. Zona local	409
18.13.3. Zona general	409
18.13.4. Resistencias nominales de los materiales	410
18.13.5. Métodos de diseño	411
18.13.6. Detalles de armado	412
18.14. DISEÑO DE LAS ZONAS DE ANCLAJE PARA MONOCORDONES O CABLES DE UNA ÚNICA BARRA DE 16mm DE DIÁMETRO O MENORES	413
18.14.1. Diseño de la zona local de anclaje	413
18.14.2. Diseño de la zona general de anclaje para los cables de losas	413
18.14.3. Diseño de la zona general de anclaje para grupos de cables monocordón en vigas principales y secundarias	413
18.15. DISEÑO DE LA ZONAS DE ANCLAJE PARA CABLES MULTICORDÓN	415
18.15.1. Diseño de la zona local	415
18.15.2. Utilización de dispositivos especiales de anclaje	419
18.15.3. Diseño de la zona general de anclaje	419
18.16. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LOS CORDONES NO ADHERENTES	419
18.17. VAINAS PARA POSTESADO	420
18.18. INYECCIÓN DE LECHADA DE CEMENTO EN VAINAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CABLES ADHERENTES	420
18.19. PROTECCIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO	420
18.20. APLICACIÓN Y MEDICIÓN DE LA FUERZA DE TESADO	420
18.21. DISPOSITIVOS DE ANCLAJE Y ACOPLAMIENTO PARA POSTESADO	421
18.22. POSTESADO EXTERNO	421

CAPÍTULO 19. CÁSCARAS Y PLACAS PLEGADAS

19.0. SIMBOLOGÍA	423
19.1. CAMPO DE VALIDEZ Y DEFINICIONES	423
19.1.3. Cáscaras delgadas	423
19.1.4. Placas plegadas	424
19.1.5. Cáscaras nervuradas	424
19.1.6. Elementos auxiliares	424
19.1.7. Análisis elástico	424
19.1.8. Análisis inelástico	424
19.1.9. Análisis experimental	424

19.2. ANÁLISIS Y DISEÑO	424
19.3. RESISTENCIA DE DISEÑO DE LOS MATERIALES	427
19.4. ARMADURA DE LA CÁSCARA	427
19.5. CONSTRUCCIÓN	429

PARTE 6. CONSIDERACIONES ESPECIALES

CAPITULO 20. EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

20.0. SIMBOLOGÍA	431
20.1. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA – REQUISITOS GENERALES	431
20.2. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES REQUERIDAS Y DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LA ESTRUCTURA	432
20.3. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CARGA	433
20.3.1. Distribución de la carga	433
20.3.2. Intensidad de la carga	433
20.4. CRITERIO DE CARGA	434
20.5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	435
20.6. APROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA CARGAS DE SERVICIO DISMINUIDAS	436
20.7. SEGURIDAD	436

CAPÍTULO 21. ESPECIFICACIONES ESPECIALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE

437

PARTE 7. HORMIGÓN ESTRUCTURAL SIMPLE

CAPÍTULO 22. HORMIGÓN ESTRUCTURAL SIMPLE

22.0. SIMBOLOGÍA	439
22.1. CAMPO DE VALIDEZ	440
22.2. LIMITACIONES	440
22.2.4. Resistencia mínima	441

22.3. JUNTAS	441
22.4. MÉTODO DE DISEÑO	441
22.5. DISEÑO POR RESISTENCIA	442
22.5.6. Hormigón liviano	444
22.6. TABIQUES	444
22.6.5. Método de diseño empírico	445
22.6.6. Limitaciones	445
22.7. ZAPATAS	446
22.7.6. Corte en zapatas de hormigón estructural simple	447
22.8. PEDESTALES	447
22.9. ELEMENTOS PREFABRICADOS	448

CAPÍTULO 23. HORMIGÓN PRETENSADO. INYECCIÓN DE VAINAS

23.0. SIMBOLOGÍA	449
23.1. CAMPO DE VALIDEZ	449
23.2. LECHADA DE INYECCIÓN	449
23.2.1. Función de la inyección	449
23.2.2. Lechada de inyección	449
23.3. REQUISITOS A CUMPLIR POR LAS MEZCLAS DE INYECCIÓN	450
23.3.1. Razón agua/cemento	450
23.3.2. Fluidez	450
23.3.3. Exudación	450
23.3.4. Estabilidad volumétrica	450
23.3.5. Tiempo de fraguado	451
23.3.6. Resistencia especificada	451
23.3.7. Temperatura	451
23.3.8. Verificación del cumplimiento de las especificaciones en mezclas de prueba	452
23.4. MATERIALES COMPONENTES	452
23.4.1. Cemento	452
23.4.2. Agua de mezclado	453
23.4.3. Aditivos químicos	453

23.5. CRITERIOS Y CONTROL DE CONFORMIDAD	453
23.6. DOSIFICACIÓN	455
23.6.1. Requisitos generales	455
23.7. PRODUCCIÓN	457
23.8. MEZCLADO	457
23.9. INYECCIÓN	457
23.9.1. Personal	457
23.9.2. Embocaduras de entrada y salida	458
23.9.3. Precauciones que se deben adoptar antes de la inyección	458
23.9.4. Equipamiento necesario	458
23.9.5. Operación de inyección de vainas	459
23.10. MEDIDAS DE PROTECCIÓN E INYECCIÓN CON BAJAS TEMPERATURAS	460
23.11. REGISTROS	460
23.11.1. Datos generales para cada operación de inyección	460
23.11.2. Datos generales de la lechada de inyección	461
23.11.3. Datos de los ensayos previos de aptitud realizados en laboratorio y de los controles de conformidad realizados en obra	461
23.12. MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE LA LECHADA DE INYECCIÓN	461
23.12.1. Cantidad de determinaciones por ensayo	461
23.12.2. Equipamiento necesario	461
23.12.3. Tareas previas a la realización del ensayo de fluidez	462
23.12.4. Calibración del cono de fluidez	462
23.12.5. Procedimiento de ensayo	464
23.12.6. Valores de ensayo a registrar	464
23.13. MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXUDACIÓN DE LA LECHADA DE INYECCIÓN	464
23.13.1. Cantidad de determinaciones por ensayo	464
23.13.2. Equipamiento necesario	465
23.13.3. Procedimiento de ensayo	465
23.13.4. Valores de ensayo a registrar	466
23.14. MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA VARIACIÓN DE VOLUMEN DE LA LECHADA DE INYECCIÓN	466
23.14.1. Cantidad de probetas por ensayo	466
23.14.2. Equipos	466
23.14.3. Procedimiento de ensayo	466
23.14.4. Valores de ensayo a registrar	468

23.15. MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE LA LECHADA DE INYECCIÓN	468
23.16. MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA LECHADA DE INYECCIÓN	468
23.16.1. Resistencia a compresión	468
23.16.2. Cantidad de probetas por ensayo	469
23.16.3. Equipamiento necesario	469
23.16.4. Procedimiento de ensayo	469
23.16.5. Valores de ensayo a registrar	469
23.17. MÉTODOS PARA DETERMINAR LAS TEMPERATURAS AMBIENTE DE LA LECHADA DE INYECCIÓN Y DE LA ESTRUCTURA	470
23.17.1. Equipamiento necesario	470
 CAPITULO 24. APROBACIÓN Y RECEPCIÓN DE ESTRUCTURAS NUEVAS, TERMINADAS	
24.1. EXIGENCIAS GENERALES	471
24.2. CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE ESTRUCTURAS NUEVAS	471
24.2.1. Planos del Proyecto	471
24.2.2. Hormigones	472
24.2.3. Terminación y aspecto superficial de la estructura	473
24.2.4. Materiales	473
24.3. RECEPCIÓN DE LA ESTRUCTURA TERMINADA	474
24.4. DOCUMENTACIÓN	475
24.4.1. Información que debe reunir la Documentación Técnica Final o Conforme a Obra	475
24.4.2. Documentación y/o registros que sean requeridos por las Especificaciones Técnicas Particulares, la Dirección de Obra y/o la Autoridad Fiscalizadora, durante la ejecución de la obra	476
24.5. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN Y CORRECCIÓN DE LAS NO CONFORMIDADES	476
24.5.1. No conformidad con respecto a las dimensiones del elemento estructural o en la armadura	476
24.5.2. No conformidad con respecto al posicionamiento del elemento estructural o de la armadura	477
24.5.3. No conformidad con respecto a la terminación superficial en losas	477

24.5.4. No conformidad con respecto a la terminación y al aspecto superficial de la estructura	477
24.5.5. No conformidad con respecto a la resistencia de la estructura	478
24.6. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA	478
24.7. ADOPCIÓN DE DECISIONES EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	479
24.7.1. Aceptación	479
24.7.2. Opciones	479
24.8. DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS O ESTRUCTURAS	480
24.9. REPARACIÓN DE DEFECTOS DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL	480
24.9.1. Exigencias generales	480
24.9.2. Reparación de los defectos de terminación superficial de la estructura	480

APÉNDICE A. MODELOS DE BIELAS

A-1

A.0. SIMBOLOGÍA	A-1
A.1. DEFINICIONES	A-3
A.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA UN MODELO DE BIELAS	A-3
A.3. RESISTENCIA DE LOS PUNTALES	A-4
A.4. RESISTENCIA DE LOS TENSORES	A-6
A.5. RESISTENCIA DE LAS ZONAS NODALES	A-6

APÉNDICE B. ESPECIFICACIONES ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO SOLICITADOS A FLEXIÓN Y A COMPRESIÓN

B-1

B.0. SIMBOLOGÍA	B-1
B.1. CAMPO DE VALIDEZ	B-2
B.8.4. REDISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS NEGATIVOS EN ELEMENTOS NO PRETENSADOS, CONTINUOS, SOLICITADOS A FLEXIÓN	B-3
B.10.3. PRINCIPIOS Y REQUISITOS GENERALES	B-4
B.18.1. CAMPO DE VALIDEZ	B-4
B.18.8. LÍMITES PARA LA ARMADURA EN ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXIÓN	B-4
B.18.10. ESTRUCTURAS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADAS	B-5

B.18.10.4. Redistribución de los momentos negativos en elementos pretensados, continuos, solicitados a flexión	B-6
--	-----

APÉNDICE C. COMBINACIÓN ALTERNATIVA DE FACTORES DE CARGA Y REDUCCIÓN DE RESISTENCIA	C-1
--	------------

C.1. REQUISITOS GENERALES	C-1
C.2. RESISTENCIA REQUERIDA	C-1
C.3. RESISTENCIA DE DISEÑO	C-2

APÉNDICE D. ANCLAJE EN HORMIGÓN	D-1
--	------------

D.0. SIMBOLOGÍA	D-1
D.1. DEFINICIONES	D-4
D.2. CAMPO DE VALIDEZ	D-7
D.3. REQUISITOS GENERALES	D-8
D.4. REQUISITOS GENERALES PARA LA RESISTENCIA DE LOS ANCLAJES	D-8
D.5. REQUISITOS DE DISEÑO PARA CARGAS DE TRACCIÓN	D-12
D.6. REQUISITOS DE DISEÑO PARA CARGAS DE CORTE	D-17
D.7. INTERACCIÓN DE LOS ESFUERZOS DE TRACCIÓN Y CORTE	D-22
D.8. DISTANCIAS A LOS BORDES, SEPARACIONES Y ESPESORES REQUERIDOS PARA IMPEDIR LA FALLA POR HENDIMIENTO	D-22
D.9. INCORPORACIÓN AL HORMIGÓN DE LOS ANCLAJES	D-23

ANEXO I SOLDADURA DE BARRAS DE ACERO PARA ARMADURAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

TABLA PRÁCTICA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES AL SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (SI)