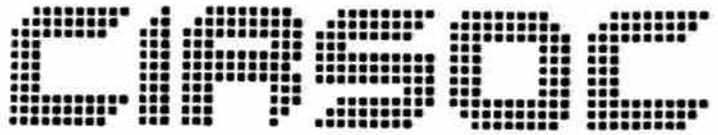


INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Reglamento CIRSOC 201 y Anexos



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado

Tomo 1

Diciembre 1984

SIREA
Esta publicación integra el
Reglamentario Argentino
de las Obras Civiles

INTI CIRSOC

*Av. Cabildo 65- Subsuelo Ala Savio
(C1426AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina
Tel./Fax : (5411)4779-5271/5273
Web: www.inti.gob.ar/cirsoc
E-mail: cirsoc@ffmm.gov.ar
cirsoc@inti.gob.ar*

Primer Director Técnico († 1980): Ing. Luis María Machado

Directora Técnica: Inga. Marta S. Parmigiani

**Coordinadora Area Acciones: Inga. Alicia M. Aragno
Area Administración, Finanzas y Promoción: Mónica B. Krotz
Venta de Publicaciones: Carmelo J. Caniza**

© 1998

Editado por INTI
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL
Av. Leandro N. Alem 1067 - 7° piso - Buenos Aires. Tel. 313-3013

Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados. Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso en la Argentina.
Printed in Argentina.

C I R S O C

ORGANISMOS PROMOTORES

Ministerio de Obras y Servicios Públicos

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires

Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda

Empresa Obras Sanitarias de la Nación

Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires

Comisión Nacional de Energía Atómica

Empresa del Estado Agua y Energía Eléctrica

Dirección Nacional de Vialidad

Hidronor S.A

MIEMBRO ADHERENTE

Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas

**

ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCIÓN DEL REGLAMENTO CIRSOC 201

Coordinador: Ing. Arturo J. Bignoli

Asesores: Ing. Alberto S.C. Fava
Ing. Guillermo N. Burgoa
Ing. José F. Colina
Ing. Martín Ofele
Dr. Alfonso Huber

**

INDICE GENERAL

TOMO 1

CAPITULO 1. Generalidades	1
ANEXOS AL CAPITULO 1	
CAPITULO 2. Definiciones	3
CAPITULO 3. Documentación Técnica	9
CAPITULO 4. Proyecto y Ejecución de la Estructura	17
CAPITULO 5. Personal, Equipamiento y Registros del Constructor, de los establecimientos para la fabricación de elementos premoldeados, de los proveedores de hormigón elaborado y de los la- boratorios	23
CAPITULO 6. Materiales	33
ANEXOS AL CAPITULO 6	
CAPITULO 7. Verificación de las características y calidad de los materiales y elementos empleados para construir las estructuras. Ensayos a realizar	81
ANEXOS AL CAPITULO 7	
CAPITULO 8. Condiciones de aceptación de las estructuras terminadas	107
CAPITULO 9. Producción y transporte del hormigón a Obra	113
ANEXOS AL CAPITULO 9	

CAPITULO 10. Manipuleo y Transporte, Colocación, Compactación y curado del hormigón. Disposiciones correspondientes a la construcción de elementos premoldeados de hormigón. Disposiciones correspondientes a la construcción de elementos estructurales de hormigón masivo	121
ANEXOS AL CAPITULO 10	
CAPITULO 11. Hormigonado en tiempo frío y en tiempo caluroso	143
ANEXOS AL CAPITULO 11	
CAPITULO 12. Encofrados, elementos de sostén y apuntalamientos, tolerancias de orden constructivo. Remoción de encofrados y de sus elementos de sostén. Terminación superficial de las estructuras Reparación de los defectos de terminación superficial. Tuberías para la conducción de fluidos incluidas en las estructuras de hormigón	147
ANEXOS AL CAPITULO 12	
CAPITULO 13. Colocación y Recubrimiento de la armadura	163
ANEXOS AL CAPITULO 13	
CAPITULO 14. Elementos y estructuras expuestas a condiciones especiales de carga y de servicio, o ejecutados con hormigones de características y propiedades especiales	169
ANEXOS AL CAPITULO 14.	
 TOMO 2	
CAPITULO 15. Principios para la determinación de las sollicitaciones	173
ANEXOS AL CAPITULO 15	

Índice General - III

CAPITULO 16. Bases para el cálculo de las deformaciones	183
CAPITULO 17. Dimensionamiento	187
ANEXOS AL CAPITULO 17	
CAPITULO 18. Reglas para el armado	215
ANEXOS AL CAPITULO 18	
CAPITULO 19. Elementos premoldeados de hormigón	257
CAPITULO 20. Losas y elementos constructivos similares a losas	277
ANEXOS AL CAPITULO 20.	
CAPITULO 21. Vigas, vigas placa y losas nervuradas	289
CAPITULO 22. Losas con apoyos puntuales	293
CAPITULO 23. Vigas de gran altura	303
CAPITULO 24. Cáscaras y estructuras plegadas	305
CAPITULO 25. Elementos comprimidos	309
CAPITULO 26. Hormigón pretensado	321
ANEXOS AL CAPITULO 26	
CAPITULO 27. Hormigón pretensado. Inyección de vainas	383

INDICE TOMO 1

CAPITULO 1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Campo de validez	1
1.3. Materiales, elementos y sistemas constructivos no contemplados en este Reglamento	1
1.4. Anexos, normas, especificaciones y disposiciones	1
1.5. Unidades	2
ANEXOS AL CAPITULO 1	
CAPITULO 2. DEFINICIONES	3
2.1. -Definiciones relativas a los cálculos	3
.1. Construcciones corrientes	3
.2. Cargas	3
.3. Cargas de servicio	3
.4. Carga de rotura	3
.5. Carga predominantemente estática	3
.6. Carga no predominantemente estática	3
.7. Coacciones	3
.8. Estado I	3
.9. Estado II	4
2.2. -Definiciones relativas a los materiales	4
.1. Aglomerante	4
.2. Agregados de densidad normal	4
.3. Aditivos químicos	4
.4. Adiciones minerales pulverulentas	4
.5. Agua de mezclado	4
.6. Armadura	4
.7. Mortero de cemento	4
2.3. -Definiciones relativas al hormigón	5
.1. Hormigón	5
.2. Hormigón simple	5

2.3.3. Hormigón armado	5
.4. Hormigón pretensado	5
.5. Hormigón liviano	5
.6. Hormigón de densidad normal	5
.7. Hormigón de contextura compacta	5
.8. Hormigón pesado	5
.9. Hormigón fresco	5
.10. Hormigón endurecido	5
.11. Hormigón "in situ"	5
.12. Hormigón preparado en obra	6
.13. Hormigón elaborado	6
.14. Elementos premoldeados	6
.15. Hormigón H-I	6
.16. Hormigón H-II	6
2.4. --Definiciones relativas a los controles	6
.1. Control de producción	6
.2. Control de aceptación	6
2.5. --Definiciones relativas a los laboratorios	7
.1. Laboratorio para control de producción	7
.2. Laboratorio para control de aceptación	7
.3. Laboratorio externo	7
 CAPITULO 3. DOCUMENTACION TECNICA	 9
3.1. --Autoridad Fiscalizadora	9
.1. Exigencias de la Autoridad Fiscalizadora	9
3.2. --Documentación Técnica Inicial	9
.1. Definición y objeto de la Documentación Técnica Inicial	9
.2. Profesional	9
.3. Confección de la Documentación Técnica Inicial	10
.4. Composición de la Documentación Técnica Inicial	11
.5. Autenticidad de la Documentación Técnica Inicial	11
.6. Destino de la Documentación Técnica Inicial	11
.7. Comienzo de la Obra Estructural	11
.8. Paralización de los trabajos	12

3.3. -Documentación Técnica de Obra	12
.1. Definición	12
.2. Confección de la Documentación Técnica de Obra	12
.3. Oportunidad de la confección de la Documentación Técnica de Obra	13
.4. Conocimiento de la Dirección de Obra	13
.5. Trabajos realizados sin Documentación Técnica de Obra	12
3.4. -Documentación Técnica Final	13
.1. Definición y objeto de la Documentación Técnica Final	13
.2. Confección de la Documentación Técnica Final	13
.3. Composición de la Documentación Técnica Final	13
.4. Información adicional en la Documentación Técnica Final	13
.5. Utilización de la Documentación Técnica Inicial	13
.6. Autenticidad de la Documentación Técnica Final	14
.7. Destino de la Documentación Técnica Final	14
3.5. -Documentación Técnica de estructuras existentes	14
.1. Modificación o ampliación	14
.2. Estructuras carentes de Documentación Técnica Final	14
.3. Cambio de destino de uso	14
 CAPITULO 4. PROYECTO Y EJECUCION DE LA ESTRUCTURA	 17
4.1. -Responsabilidad profesional	17
.1. Generalidades	17
.2. Reglamentación de las funciones profesionales	17
4.2. -Comitente	17
.1. Definición	17
.2. Designación de los profesionales	17
.3. Fuente de la autoridad del Profesional	17
4.3. -Director de Proyecto Estructural	18
.1. Definición y responsabilidad	18
.2. Certificación de la Documentación Técnica Inicial	18
4.4. -Profesional Especializado	18

4.4.1.	Definición	18
.2.	Responsabilidad del Profesional Especializado	18
4.5.	-Dirección de la Obra de Estructura	18
.1.	Definición y función de la Dirección de Obra	18
.2.	Titularidad de la Dirección de la Obra	19
.3.	Oportunidad de la designación	19
.4.	Conocimiento del Proyecto Estructural	19
.5.	Modificación del Proyecto Estructural	19
.6.	Autoridad ante el Constructor	19
.7.	Responsabilidad por la representatividad de las muestras	19
.8.	Intervención de los profesionales especializados	20
.9.	Certificación de la Documentación Técnica Final	20
4.6.	-Constructor	20
.1.	Definición	20
.2.	Representante Técnico	20
.3.	Autoridad del Representante Técnico	20
.4.	Responsabilidad del Representante Técnico	21
CAPITULO 5. PERSONAL, EQUIPAMIENTOS Y REGISTROS DEL CONSTRUCTOR, DE LOS ESTABLECIMIENTOS PARA LA FABRICACION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS, DE LOS PROVEEDORES DE HORMIGON ELABORADO Y DE LOS LABORATORIOS		23
5.1.	-Requisitos correspondientes al Constructor	23
.1.	Generalidades	23
.2.	Personal Técnico Responsable	23
.3.	Presunción con respecto al Constructor	23
.4.	Equipos necesarios para la elaboración, transporte y colocación del hormigón	24
.5.	Registros que se deben llevar durante la ejecución de la obra	24
.6.	Empleo de la información acumulada en los registros	25
.7.	Mantenimiento y disponibilidad de los registros	25
5.2.	-Requisitos correspondientes a los establecimientos dedicados a la fabricación de elementos pre-	

	moldeados de hormigón	25
5.2.1.	Personal Técnico Responsable	25
.2.	Garantía de aptitud	26
.3.	Control de aceptación	26
.4.	Equipamiento de los establecimientos dedicados a la fabricación de elementos premoldeados de hormigón	26
.5.	Registro de las informaciones	27
.6.	Remitos de entrega a obra de elementos premoldeados	27
5.3.	- Requisitos correspondientes a los establecimientos proveedores de hormigón elaborado	27
.1.	Personal Técnico Responsable	27
.2.	Garantía de aptitud	27
.3.	Control de aceptación	28
.4.	Equipamiento correspondiente a los establecimientos proveedores de hormigón elaborado	28
.5.	Registros de informaciones	28
.6.	Remitos de entrega a obra de hormigón elaborado	28
5.4.	- Requisitos correspondientes a los Laboratorios	28
.1.	Personal Técnico Responsable	28
.2.	Personal auxiliar de Laboratorio	28
.3.	Laboratorios de control de producción	29
.3.1.	Personal Técnico Responsable	29
.3.2.	Equipamiento mínimo necesario para realizar el control de producción del hormigón	29
.4.	Laboratorio de control de aceptación	30
.4.1.	Personal Técnico Responsable	30
.4.2.	Equipamiento mínimo para realizar el control de aceptación	30
.5.	Control del instrumental del Laboratorio	31
.6.	Registro de la actividad del Laboratorio	31
CAPITULO 6. MATERIALES		33
6.1.	Disposiciones Generales	33
6.2.	- Materiales aglomerantes	33

6.2.1.	Cemento pórtland	33
.1.1.	Exigencias complementarias	34
.2.	Mezcla de aglomerantes	35
.3.	Provisión y almacenamiento de los materiales aglomerantes	35
6.3.	- Agregados de densidad normal	35
.1.	Exigencias generales	35
.1.1.	Agregado fino de densidad normal	36
.1.1.1.	Características generales	36
.1.1.2.	Sustancias perjudiciales	37
.1.1.3.	Otros requisitos	38
.1.2.	Agregado grueso de densidad normal	39
.1.2.1.	Características generales	39
.1.2.2.	Sustancias perjudiciales	40
.1.2.3.	Otros requisitos	40
.2.	Composición granulométrica de los agregados	41
.2.1.	Curvas granulométricas	41
.2.1.1.	Granulometría del agregado fino	41
.2.1.2.	Granulometría del agregado grueso	43
.2.2.	Curvas granulométricas continuas	43
.2.3.	Curvas granulométricas discontinuas	43
.3.	Provisión y almacenamiento de los agregados	45
6.4.	- Aditivos para hormigones	45
.1.	Aditivos químicos	45
.2.	Adiciones minerales pulverulentas	46
6.5.	Agua para morteros y hormigones de cemento pórtland	46
6.6.	- Hormigón de cemento pórtland	47
.1.	Disposiciones generales	47
.2.	Clasificación de los hormigones por sus resis tencias mecánicas y sus aplicaciones	49
.2.1.	Resistencia característica del hormigón	49
.2.2.	Clasificación y aplicaciones	49
.2.3.	Consideraciones generales referentes a la de finici�n y características de los hormigones correspondientes a los grupos H-I y H-II	51
.2.3.1.	Hormigones del Grupo H-I	51
.2.3.2.	Hormigones del Grupo H-II	52

6.6.3.	Condiciones y exigencias que deberán cumplir los hormigones del grupo H-I y H-II	52
.3.1.	Tipo de cemento	52
.3.2.	Contenido unitario de cemento	52
.3.3.	Contenido unitario mínimo de cemento normal del hormigón compactado	53
.3.4.	Contenido unitario máximo de cemento	54
.3.5.	Contenido de material pulverulento que pasa el tamiz IRAM 300 μm	54
.3.6.	Condiciones que deben cumplir los agregados	55
.3.6.1.	Tamaño máximo del agregado grueso	56
.3.7.	Aditivos químicos y adiciones minerales pulverulentas	56
.3.8.	Incorporación intencional de aire	58
.3.9.	Razón agua/cemento máxima especificada por razones de durabilidad o por otros motivos	58
.3.10.	Contenido unitario máximo de agua. Consistencia del hormigón	59
.3.11.	Resistencias mecánicas del hormigón	63
.3.11.1.	Juzgamiento de la resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón de obra	63
.3.11.2.	Condiciones que deben cumplirse en los casos en que se disponga de seis o más pastones	65
.3.11.3.	Condiciones que deben cumplirse en los casos en que de una determinada Clase de hormigón se empleen menos de seis pastones	66
.3.11.4.	Medidas que deben adoptarse en caso de que no se cumplan las condiciones de resistencia especificadas	66
.4.	Condiciones y exigencias particulares que deberán cumplir los hormigones de resistencias características de 21 MN/m^2 (210 kgf/cm^2) o mayores y los de características y propiedades especiales (Hormigones del Grupo H-II)	68
.4.1.	Composición y proporciones del hormigón	68
.4.2.	Condiciones que deben cumplir los agregados	69
.5.	Hormigones de características y propiedades especiales	70

6.6.5.1.	Requisitos generales	70
.5.2.	Hormigón de elevada impermeabilidad	70
.5.3.	Hormigón de elevada resistencia contra los efectos de las bajas temperaturas y de los ciclos de congelación y deshielo	71
.5.4.	Hormigón expuesto a la agresión química o física y química	72
.5.5.	Hormigón expuesto a acciones mecánicas y a abrasión superficial	74
.5.6.	Hormigón expuesto a la acción del calor y de temperaturas mayores que las ambientes normales	75
.5.7.	Hormigón de características adecuadas para ser colocado bajo agua	76
6.7.	- Barras y mallas de acero para armaduras	77
.1.	Aptitud para soldar	77
6.8.	- Otros materiales	79
.1.	Mortero de cemento pórtland, para juntas	79
.2.	Elementos de relleno y ladrillos para losas	79

ANEXOS AL CAPITULO 6

CAPITULO 7. VERIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS EMPLEADOS PARA CONSTRUIR LAS ESTRUCTURAS. ENSAYOS A REALIZAR		81
7.1.	Disposiciones generales	81
7.2.	- Materiales componentes del hormigón y otros empleados durante su preparación y tratamientos posteriores	82
.1.	Cementos, aditivos químicos y adiciones minerales pulverulentas	83
.2.	Agregados	83
7.3.	- Hormigón de cemento pórtland, ensayos y estudios previos a la ejecución de las estructuras	84
.1.	Procedimiento de ensayo	84
.2.	Objeto y condiciones de los estudios y ensayos previos	84

7.3.3.	Determinación de la composición del hormigón de densidad normal	85
.3.1.	Determinación racional de la composición del hormigón	86
.3.1.1.	Reemplazo de los resultados obtenidos al ensayar los pastones de prueba preparados en laboratorio, por resultados obtenidos en obra, con hormigones empleados para la construcción de estructuras ejecutadas anteriormente	88
.3.1.2.	Preparación de pastones de prueba en escala de obra y realización de ensayos para comprobar las características de los hormigones preparados	89
.3.2.	Determinación empírica de la composición del hormigón	90
7.4.	-Hormigón de cemento pórtland. Control de la calidad y uniformidad durante el proceso constructivo	92
.1.	Disposiciones generales	92
.2.	Ensayos a realizar y oportunidad de su realización	93
.3.	Ensayos mínimos de aceptación del hormigón	94
.4.	Ensayos y verificaciones a realizar sobre el hormigón fresco	94
.5.	Ensayos que deben realizarse para determinar la resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón endurecido	96
.5.1.	Número de muestras a extraer en función de la cantidad de hormigón a colocar en obra	97
7.5.	Hormigón de cemento pórtland. Otras características que deben verificarse para evaluar su calidad	99
7.6.	-Hormigón de cemento pórtland. Ensayos informativos del grado de endurecimiento del hormigón	100
.1.	Evaluación de los resultados de los ensayos informativos del grado de endurecimiento del hormigón	100

7.6.1.1.	Ensayos realizados para apreciar las condiciones de protección y curado del hormigón	101
.1.2.	Ensayos realizados para juzgar la oportunidad de efectuar las operaciones de desencofrado, de aplicar tensiones o cargas a la estructura, o realizar el movimiento y traslado de los elementos premoldeados	102
7.7.	-Hormigón de cemento pórtland. Verificación de la resistencia del hormigón de la estructura mediante la extracción y ensayo de testigos del hormigón endurecido y métodos complementarios. Evaluación de los resultados de los ensayos	102
.1.	Evaluación de los resultados de los ensayos	104
7.8.	-Control de calidad de otros materiales y elementos empleados para la construcción de las estructuras	104
.1.	Barras de acero para armaduras	104
.2.	Elementos constructivos y otros materiales	105
.2.1.	Exigencias generales	105
.2.2.	Ensayo de los elementos de relleno y ladrillos para losas	105
.2.3.	Ensayos de elementos de vidrio para estructuras de hormigón	105
.2.4.	Ensayo del mortero de cemento pórtland	105
7.9.	Pruebas y ensayos a realizar en las obras terminadas	106
7.9.1.	Prueba de carga directa de las estructuras	106
7.9.2.	Interpretación de los resultados de las pruebas de carga directa de las estructuras	106

ANEXOS AL CAPITULO 7

CAPITULO 8. CONDICIONES DE ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS

	TERMINADAS	107
8.1.	Disposiciones generales	107
8.2.	Tolerancias dimensionales y de posición	107
8.3.	Terminación y aspecto superficial de las estructuras	108

8.4.	-Resistencia y estabilidad de las estructuras	109
.1.	Resistencia potencialmente no satisfactoria	109
.2.	Estudios complementarios para verificar las condiciones de seguridad de la estructura	110
8.5.	Adopción de decisiones en base a los resultados de los estudios complementarios realizados	111
8.6.	Disposiciones correspondientes a la demolición de elementos o estructuras	112
CAPITULO 9. PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL HORMIGON A OBRA		113
9.1.	Almacenamiento de los materiales	113
9.2.	Informaciones sobre la composición del hormigón	113
9.3.	-Producción y transporte del hormigón preparado en obra	113
.1.	Medición de los materiales componentes del hormigón	113
.i.1.	Equipos de medición. Disposiciones generales	113
.1.2.	Medición del cemento y otros materiales cementicios	114
.1.3.	Medición de los agregados	114
.1.4.	Medición de los aditivos	115
.1.5.	Medición del agua	115
.2.	Mezclado del hormigón	115
.3.	Transporte del hormigón a obra	117
.3.1.	Disposiciones generales	117
.3.2.	Transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	117
.3.3.	Transporte del hormigón a obra mediante el empleo de motohormigoneras o de equipos agitadores	118
9.4.	Producción y transporte del hormigón elaborado	119

ANEXOS AL CAPITULO 9

CAPITULO 10. MANIPULEO Y TRANSPORTE, COLOCACION, COMPACTACION Y CURADO DEL HORMIGON	
DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS DE HORMIGON	
DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO	121
10.1. Manipuleo y transporte del hormigón en el obrador	121
10.2. -Colocación y compactación del hormigón	122
.1. Preparación y operaciones previas a la colocación	122
.2. Disposiciones generales sobre la colocación del hormigón	124
.3. Moldeo de bases, columnas, vigas y losas	126
.4. Compactación del hormigón	126
.5. Superficies y juntas de construcción	129
.5.1. Tratamiento de las superficies	129
.6. Juntas de contracción y juntas de dilatación	130
10.3. Colocación de hormigones bajo agua	130
10.4. -Protección y curado del hormigón	131
.1. Protección del hormigón	131
.1.1. Protección del hormigón fresco contra la acción de las bajas temperaturas	132
.1.2. Protección del hormigón fresco en tiempo caluroso	132
.2. Curado del hormigón	132
10.5. -Disposiciones correspondientes a la construcción de elementos premoldeados de hormigón	134
.1. Disposiciones generales	134
.2. Materiales y métodos constructivos	134
.3. Control de la resistencia del hormigón	135
.4. Control de la eficiencia del curado a vapor	136
.5. Identificación de cada elemento premoldeado de hormigón	136
.6. Verificación de la calidad de los elementos premoldeados	136
.7. Movimiento y traslado	137

10.5.8.	Colocación en los lugares de emplazamiento definitivo en la estructura. Montaje	138
.9.	Rótulas y apoyos	138
.10.	Fijación de los elementos premoldeados	138
10.6.	-Disposiciones correspondientes a la construcción de elementos estructurales de hormigón masivo	139
.1.	Disposiciones generales	139
.2.	Materiales	139
.3.	Composición del hormigón	140
.4.	Colocación del hormigón	140
.5.	Curado y protección del hormigón	141
.6.	Moldeo de las probetas para control de la resistencia mecánica	142

ANEXOS AL CAPITULO 10

CAPITULO 11.	HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO Y EN TIEMPO CALUROSO	143
11.1.	-Hormigonado en tiempo frío	143
.1.	Temperatura del hormigón fresco inmediatamente antes de su colocación	143
.2.	Condiciones para la colocación del hormigón	143
.3.	Protección del hormigón fresco contra la acción de las bajas temperaturas	144
11.2.	Hormigonado en tiempo caluroso	145

ANEXOS AL CAPITULO 11

CAPITULO 12.	ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTEN Y APUNTALAMIENTOS. TOLERANCIAS DE ORDEN CONSTRUCTIVO, REMOCION DE ENCOFRADOS Y DE SUS ELEMENTOS DE SOSTEN TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS. REPARACION DE LOS DEFECTOS DE TERMINACION SUPERFICIAL TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS INCLUIDAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON	147
--------------	---	-----

12.1.	-Encofrados, elementos de sostén y apuntalamientos	147
.1.	Disposiciones generales	147
.2.	Proyecto y construcción	147
.3.	Características y condiciones generales	148
.4.	Encofrados	149
12.2.	Tolerancias dimensionales y de posición de las estructuras y armaduras	151
12.3.	-Remoción de encofrados, cimbras, apuntalamientos y otros elementos de sostén	153
.1.	Disposiciones generales	153
.2.	Disposiciones referentes al momento de remoción de encofrados y elementos de sostén	155
.3.	Plazos mínimos de remoción de los encofrados y elementos de sostén	155
.4.	Apoyos, apuntalamientos y otros elementos de sostén	157
.5.	Cargas aplicadas sobre los elementos estructurales inmediatamente después de desencofrados y aplicación de las cargas y sobrecargas de cálculos	157
12.4.	Terminación superficial de las estructuras	158
12.5.	-Reparación de los defectos de terminación superficial de las estructuras	158
.1.	Disposiciones generales	158
.2.	Defectos superficiales	159
12.6.	-Tuberías para la conducción de fluidos, incluidas en las estructuras de hormigón	159
.1.	Disposiciones generales	159
.2.	Tuberías de acero destinadas a la conducción de fluidos	160

ANEXOS AL CAPITULO 12

CAPITULO 13.	COLOCACION Y RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA	163
13.1.	Colocación de la armadura	163
13.2.	-Recubrimiento de la armadura	164

13.2.1.	Disposiciones generales y medidas del recubrimiento	164
.2.	Aumento del recubrimiento	164
13.3.	Otras medidas de protección	167

ANEXOS AL CAPITULO 13

CAPITULO 14. ELEMENTOS Y ESTRUCTURAS EXPUESTOS A CONDI- CIONES ESPECIALES DE CARGA Y DE SERVICIO, O EJECUTADOS CON HORMIGONES DE CARACTERIS- TICAS Y PROPIEDADES ESPECIALES			169
14.1.	Disposiciones generales		169
14.2.	Estructuras ejecutadas con hormigones de elevada impermeabilidad		167
14.3.	Estructuras expuestas a la acción de bajas temperaturas o a ciclos de congelación y deshielo		169
14.4.	Estructuras y elementos estructurales expuestos a agresiones químicas o físicas y químicas		170
14.5.	Elementos estructurales expuestos a acciones mecánicas y abrasión superficial		170
14.6.	-Elementos estructurales expuestos a grandes variaciones de longitud		171
.1.	Variaciones de longitud provocadas por efectos de temperatura o de contracción del hormigón por secado		171
.2.	Variaciones de longitud provocadas por incendios		171
.3.	Disposiciones referentes a las juntas de dilatación		171
14.7.	Elementos y estructuras que requieren condiciones especiales de seguridad contra el agrietamiento		172

ANEXOS AL CAPITULO 14

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Este Reglamento Nacional de Seguridad establece los requisitos indispensables para el Proyecto, Cálculo y Ejecución de las estructuras de hormigón simple, armado o pretensado, las que deben ser capaces de resistir las acciones previstas durante los períodos de construcción y de servicio, ofreciendo la seguridad adecuada al uso al que se destinen durante su período de vida útil.

1.2. CAMPO DE VALIDEZ

- Este Reglamento se aplica específicamente a las estructuras de edificios destinados a vivienda, locales públicos, depósitos e industrias, construídas con hormigón simple, armado o pretensado de densidad normal y contextura compacta.
- También es de aplicación básica para otros tipos de estructuras como puentes, chimeneas, muros de contención, silos, etc., siempre que no existan en reglamentaciones particulares otras especificaciones.
- No es aplicable en el caso de aquellas estructuras en que el hormigón se encuentre sometido a temperaturas mayores de 70°C en condiciones normales de servicio.
- Para el caso de estructuras que se construyan con hormigones de menor densidad que la normal, continúan rigiendo las disposiciones y normas en vigencia a la fecha de aprobación del presente Reglamento, hasta tanto se apruebe la reglamentación específica.

1.3. MATERIALES, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO CONTEMPLADOS EN ESTE REGLAMENTO

El empleo de materiales para el hormigón simple, armado y pretensado, así como de elementos y sistemas constructivos que se apartan de lo especificado en este Reglamento, requieren autorización de la Autoridad Fiscalizadora, (ver el artículo 3.1.), quien la otorgará en mérito a un certificado de aptitud extendido por un Instituto Oficial de Investigación Aplicada.

1.4. ANEXOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y DISPOSICIONES

- Este Reglamento se complementa en algunos de sus capítulos con anexos

donde se encuentran explicaciones adicionales y recomendaciones que facilitan su uso e interpretación.

La obligatoriedad de aplicación de lo establecido en alguno o en todos los anexos, debe ser explícitamente indicada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias.

- Son de aplicación directa las normas IRAM e IRAM-IAS citadas en el texto de este Reglamento (ver el anexo a este artículo).
- En los casos no cubiertos por las normas IRAM e IRAM-IAS vigentes, son de aplicación las especificaciones citadas en el texto, o las Disposiciones CIRSOC redactadas al efecto.
- Como medios auxiliares para el cálculo y el dimensionamiento pueden utilizarse los Cuadernos 220 y 240 de la Comisión Alemana para el Estudio del Hormigón Armado, publicados en castellano por el Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, en lo que sigue denominados simplemente Cuaderno 220 y Cuaderno 240.

1.5. UNIDADES

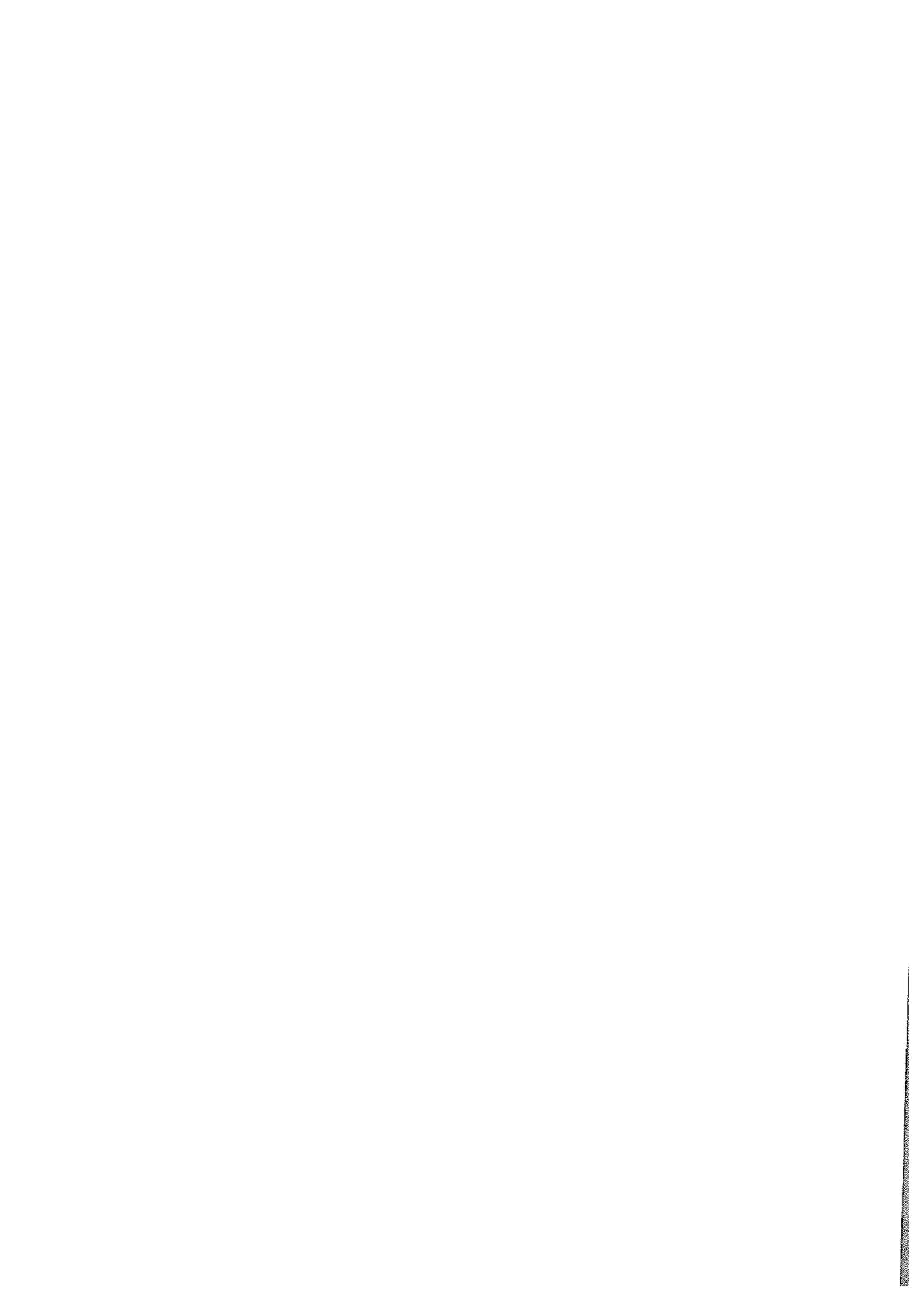
Las unidades utilizadas en el texto corresponden al SISTEMA METRICO LEGAL ARGENTINO según Ley 19.551/72.

ANEXOS AL CAPITULO 1

INDICE

1.4. ANEXOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y DISPOSICIONES

A.1 - 1



ANEXOS AL CAPITULO 1

1.4. ANEXOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y DISPOSICIONES

Las normas IRAM e IRAM-IAS citadas en el texto de este Reglamento son las siguientes:

- IRAM 1 501. Tamices de Ensayo.
- IRAM 1 503. Cemento pórtland normal.
- IRAM 1 504. Cemento pórtland. Análisis químico.
- IRAM 1 505. Agregados. Análisis granulométrico.
- IRAM 1 509. Agregados para hormigones. Muestreo.
- IRAM 1 512. Agregado fino natural para hormigón de cemento pórtland.
- IRAM 1 520. Agregados finos. Métodos de laboratorio para la determinación de la densidad relativa, densidad relativa aparente y absorción de agua.
- IRAM 1 524. Hormigones. Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.
- IRAM 1 525. Agregados. Método de ensayo de durabilidad por ataque con sulfato de sodio.
- IRAM 1 526. Ensayo de durabilidad de los agregados por congelación y deshielo.
- IRAM 1 531. Agregados gruesos para hormigones de cemento pórtland.
- IRAM 1 532. Método de ensayo de los agregados gruesos con la máquina "Los Angeles".
- IRAM 1 533. Agregados gruesos. Métodos de laboratorio para la determinación de la densidad relativa, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.
- IRAM 1 534. Hormigones. Preparación y curado en laboratorio de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.
- IRAM 1 536. Determinación de la consistencia del hormigón de cemento pórtland por el método del tronco de cono.
- IRAM 1 540. Agregados. Material que pasa a través del tamiz IRAM 74 μm .

- IRAM 1 541. Hormigón fresco. Muestreo.
- IRAM 1 546. Hormigones. Método de ensayo de compresión.
- IRAM 1 551. Extracción, preparación y ensayo de probetas de hormigón en endurecido.
- IRAM 1 554. Hormigón de Cemento Pórtland - Ensayo de penetración de agua a presión en el hormigón endurecido.
- IRAM 1 562. Peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire de hormigón de cemento pórtland.
- IRAM 1 601. Agua para morteros y hormigones de cemento pórtland.
- IRAM 1 602. Hormigón. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
- IRAM 1 612. Cemento pórtland. Método de determinación de la consistencia normal.
- IRAM 1 614. Cemento pórtland. Método de ensayo acelerado para pronosticar la resistencia a la compresión.
- IRAM 1 616. Cemento pórtland. Método de determinación del contenido de escorias granuladas de alto horno.
- IRAM 1 619. Cemento pórtland. Método de determinación del tiempo de fraguado.
- IRAM 1 620. Cemento pórtland. Método de determinación de la constancia de volumen mediante el ensayo en autoclave.
- IRAM 1 621. Cemento pórtland. Método de ensayo de finura por tamizado húmedo.
- IRAM 1 622. Cemento pórtland. Método de determinación de las resistencias a la compresión y a la flexión.
- IRAM 1 623. Cemento pórtland. Método de ensayo de finura por determinación de la superficie específica por permeimetría (Método de Blaine).
- IRAM 1 627. Granulometría de agregados para hormigones.
- IRAM 1 636. Cemento pórtland de escorias de alto horno.
- IRAM 1 643. Cementos. Muestreo.
- IRAM 1 644. Agregados gruesos para hormigones. Método de ensayo de partículas blandas.
- IRAM 1 646. Cemento pórtland de alta resistencia inicial.

- IRAM 1649. Agregados para hormigones. Examen petrográfico.
- IRAM 1651. Cemento pórtland puzolánico.
- IRAM 1655. Escoria granulada de alto horno. Métodos de ensayos.
- IRAM 1657. Agregados finos para hormigones de cemento pórtland. Método de ensayo de la resistencia estructural.
- IRAM 1661. Hormigones. Método de ensayo de resistencia a la congelación en el aire y deshielo en agua.
- IRAM 1662. Hormigones. Método de determinación del tiempo de fraguado por resistencia a la penetración.
- IRAM 1663. Aditivos para hormigones.
- IRAM 1666. Hormigón elaborado.
- IRAM 1667. Escoria granulada de alto horno. Características.
- IRAM 1668. Puzolanas. Características y muestreo.
- IRAM 1669. Cemento pórtland altamente resistente a los sulfatos.
- IRAM 1670. Cemento pórtland de bajo calor de hidratación.
- IRAM 1671. Cemento pórtland resistente a la reacción álcali-agregado.
- IRAM 1673. Compuestos líquidos para la formación de membranas para el curado del hormigón. Método de ensayo de retención del agua del hormigón.
- IRAM 1675. Compuestos líquidos para la formación de membranas para el curado del hormigón. Características.
- IRAM 1682. Agregados finos. Método de determinación del equivalente arena.
- IRAM 10502. Mecánica de suelos. Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad.
- IRAM-IAS U 500-03. Cordón de siete alambres para pretensado.
- IRAM-IAS U 500-06. Mallas de acero para hormigón armado.
- IRAM-IAS U 500-07. Cordón de dos y tres alambres para pretensado.
- IRAM-IAS U 500-91. Ensayo de doblado y desdoblado.
- IRAM-IAS U 500-502. Barras de acero, de sección circular, para hormigón armado.

- IRAM-IAS U 500-517. Alambres y barras para hormigón pretensado.
- IRAM-IAS U 500-528. Barras de acero conformadas, de dureza natural, para hormigón armado.
- IRAM-IAS U 500-671. Barras de acero conformadas, de dureza mecánica, para hormigón armado.

CAPITULO 2. DEFINICIONES

2.1. DEFINICIONES RELATIVAS A LOS CALCULOS

2.1.1. Construcciones corrientes

Son aquellas que se dimensionan para cargas predominantemente estáticas, uniformemente distribuidas con $p \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$ (500 kgf/m²), eventualmente con cargas concentradas $P \leq 7,5 \text{ kN}$ (750 kgf) y por cargas derivadas de la masa de automóviles. En el caso de varias cargas concentradas por m², su suma no puede sobrepasar el equivalente de 5 kN (500 kgf).

2.1.2. Cargas

Fuerzas exteriores activas, concentradas (kN) o distribuidas por unidad de longitud (kN/m), por unidad de superficie (kN/m²) o por unidad de volumen (kN/m³). Por ejemplo cargas gravitatorias, cargas originadas por el viento, frenado, etc.

2.1.3. Cargas de servicio

Acciones (estados de carga) a las cuales puede ser sometido un elemento estructural durante el uso para el cual ha sido previsto.

2.1.4. Carga de rotura

Carga que conduce a un estado límite.

2.1.5. Carga predominantemente estática

Carga estática que no tiene variación frecuente.

2.1.6. Carga no predominantemente estática

Carga estática que puede tener variaciones frecuentes.

2.1.7. Coacciones

Esfuerzos internos originados por fluencia lenta, retracción, variación de temperatura, cedimientos de vínculos, etc., que sólo se producen en estructuras hiperestáticas.

2.1.8. Estado I

Es el estado en el que, en la sección de hormigón armado, se considera la co

laboración íntegra del hormigón de la zona traccionada.

2.1.9. Estado II

Es el estado en el que, en la sección de hormigón armado, no se considera la colaboración del hormigón en la zona traccionada.

2.2. DEFINICIONES RELATIVAS A LOS MATERIALES

2.2.1. Aglomerante

Es la sustancia que, por efectos químicos, une y da cohesión a los agregados en los morteros y hormigones.

2.2.2. Agregados de densidad normal

Es el material granular resultante de la desintegración natural y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas.

2.2.3. Aditivos químicos

Los aditivos químicos son sustancias que se agregan al hormigón y que, por acción física o química, o ambas a la vez, cambian las propiedades del mismo, por ejemplo modificando su trabajabilidad y las condiciones de fraguado y en durecimiento.

2.2.4. Adiciones minerales pulverulentas

Las adiciones minerales pulverulentas están constituidas por partículas de pequeño tamaño, que se agregan para modificar ciertas propiedades del hormigón y que deben ser tenidas en cuenta como constituyentes volumétricas (por ejemplo, materiales potencialmente hidráulicos, puzolanas, pigmentos, etc.).

2.2.5. Agua de mezclado

Es el agua que se agrega al hormigón en la mezcladora. El agua de mezclado y la humedad superficial de los agregados constituyen en conjunto el contenido de agua del mortero u hormigón.

2.2.6. Armadura

Conjunto de barras, cables o mallas de acero que se incorporan al hormigón para resistir, en cooperación con el mismo, los esfuerzos internos calculados.

2.2.7. Mortero de cemento

Es la mezcla constituida por aglomerante, agregado fino, agua y, en algunos casos, aditivos.

2.3. DEFINICIONES RELATIVAS AL HORMIGON

2.3.1. Hormigón

Es un material compuesto, formado por una mezcla de cemento, agregados y agua, y en ciertos casos, aditivos químicos o adiciones minerales pulverulentas. Se origina por endurecimiento de la pasta cementicia.

2.3.2. Hormigón simple

Hormigón en el que toda clase de esfuerzos que aparezcan dentro de la pieza estructural deben ser absorbidos por el propio hormigón.

2.3.3. Hormigón armado

Hormigón que contiene barras de acero dispuestas en forma tal que ambos materiales cooperen para resistir los esfuerzos internos calculados.

2.3.4. Hormigón pretensado

Hormigón en el que se introducen tensiones internas permanentes de tal magnitud y distribución, que las tensiones de tracción que resultan de la acción de las cargas de servicio, estén contrarrestadas en la medida conveniente.

2.3.5. Hormigón liviano

Hormigón cuya densidad no excede de 2000 kg/m^3 .

2.3.6. Hormigón de densidad normal

Hormigón cuya densidad es mayor de 2000 kg/m^3 y no mayor de 2800 kg/m^3 .

2.3.7. Hormigón de contextura compacta

Hormigón carente de vacíos macroscópicos dentro de su contextura.

2.3.8. Hormigón pesado

Hormigón cuya densidad es mayor de 2800 kg/m^3 .

2.3.9. Hormigón fresco

Hormigón que puede ser manipulado, transportado y compactado sin afectar su proceso de endurecimiento.

2.3.10. Hormigón endurecido

Hormigón que está desarrollando su proceso de endurecimiento.

2.3.11. Hormigón in situ

Hormigón que ha sido colocado en su posición definitiva en los encofrados

como hormigón fresco, y endurece allí.

2.3.12. Hormigón preparado en obra

Hormigón cuyos componentes primarios son acopiados, clasificados, dosificados y mezclados en el obrador o en lugares dentro del alcance de la autoridad del Director de Obra.

2.3.13. Hormigón elaborado

Hormigón definido en la Norma IRAM 1666, preparado por un establecimiento proveedor fuera del alcance de la autoridad del Director de Obra. Esta definición comprende tanto al hormigón mezclado en planta central, como al que lo es en camión mezclador.

2.3.14. Elementos premoldeados

Son los elementos estructurales de hormigón moldeados y curados en fábrica, que se utilizan para armar la estructura en obra.

2.3.15. Hormigón H-I

Es la designación abreviada de los hormigones cuyas resistencias corresponden a las Clases H-4 hasta H-17.

2.3.16. Hormigón H-II

Es la designación abreviada de los hormigones cuyas resistencias corresponden a las Clases H-21 o superiores, y en todos los casos para los hormigones con características y propiedades físicas especiales.

2.4. DEFINICIONES RELATIVAS A LOS CONTROLES

2.4.1. Control de producción

Es el control que practica el Constructor o el Proveedor, sobre los materiales o el hormigón, para su propia información.

2.4.2. Control de aceptación

Es el control que en el ejercicio de su responsabilidad está obligado a practicar el Director de Obra, con el objeto de valorar la aptitud de los materiales incorporados a la estructura. Se presumirá sin admitirse prueba en contra, que el Director de Obra dispuso de los medios necesarios para poder responsabilizarse por la representatividad de las muestras y la exactitud de los resultados de los ensayos de aceptación.

2.5. DEFINICIONES RELATIVAS A LOS LABORATORIOS

2.5.1. Laboratorio para control de producción

Es el laboratorio montado por el Constructor o por el Proveedor para practicar el control de producción.

2.5.2. Laboratorio para control de aceptación

Es el laboratorio montado para que el Director de Obra ejerza el control de aceptación, funcionando bajo su exclusiva dependencia. Contará por lo menos con personal e instrumental propio para practicar los ensayos de control que no admiten la demora de traslado a un Laboratorio Externo, para la obtención de muestras, el moldeo de probetas y la instalación elemental para curado de las mismas, hasta el traslado para su ensayo.

2.5.3. Laboratorio externo

Es el laboratorio, propiedad de terceros, que funcionando fuera del alcance de la autoridad del Profesional responsable del control de aceptación, le merece confianza porque a su juicio no está condicionado por factores que puedan comprometer la objetividad de los resultados obtenidos y de las opiniones que emita.

CAPITULO 3. DOCUMENTACION TECNICA

3.1. AUTORIDAD FISCALIZADORA

Es el organismo oficial que en la jurisdicción nacional, provincial o municipal en que se encuentra la obra, ejerce el poder de fiscalizar la seguridad de la construcción.

3.1.1. Exigencias de la Autoridad Fiscalizadora

Las disposiciones establecidas en los siguientes artículos de este Capítulo no eximen del cumplimiento de otras exigencias impuestas por la Autoridad Fiscalizadora en uso de sus atribuciones legales.

3.2. DOCUMENTACION TECNICA INICIAL

3.2.1. Definición y objeto de la Documentación Técnica Inicial

Es el legajo que contiene la información técnica necesaria para construir la estructura y la individualización de los responsables de su proyecto, dirección y ejecución.

3.2.2. Profesional

Es la persona habilitada por la ley para ejercer una profesión dentro de las incumbencias que corresponden a su Título Profesional.

3.2.3. Confección de la Documentación Técnica Inicial

La Documentación Técnica Inicial debe ser convalidada por el Profesional que actuará como Director de Obra (ver el artículo 4.5.1.) y aceptada por el Representante Técnico del Constructor (ver el artículo 4.6.2.), haciendo constar el listado que especifica el punto h) del artículo 3.2.4. El Proyectista Estructural (ver el artículo 4.3.1.) puede confeccionar y certificar la Documentación Técnica Inicial, pero para ser autorizado el Comienzo de Obra, deben cumplirse los requisitos especificados en el artículo 3.2.7.

El Director de Obra puede recibir la colaboración de uno o más Profesionales Especializados (ver el artículo 4.4.1.) en los rubros en que a su juicio se justifique tal intervención, en cuyo caso la responsabilidad de la certificación es compartida entre aquel Profesional y los Profesionales Especializados que intervengan.

3.2.4. Composición de la Documentación Técnica Inicial

La Documentación Técnica Inicial describe el Proyecto Estructural de acuerdo con los siguientes incisos:

a) Memoria de Cálculo:

Se describe el proceso de análisis estructural adoptado, en forma tal que el mismo resulte fácilmente verificable.

- 1) Análisis y justificación de las acciones y sus superposiciones.
- 2) Análisis estructural completo (memoria) con detalle de los métodos empleados para el cálculo de las solicitaciones.
- 3) Cálculo completo justificativo de las dimensiones adoptadas (secciones de hormigón y de armadura).

b) Fundaciones:

Características mecánicas del suelo de apoyo y justificación del tipo de las fundaciones adoptadas.

c) Agresividad:

- 1) Relación de las condiciones de exposición de la estructura a la acción de la atmósfera libre y a los efectos del clima.
- 2) Análisis químicos de los suelos, aguas y otros materiales de contacto con la correspondiente interpretación para demostrar la ausencia de agresividad o en caso contrario la naturaleza y gradación de la acción agresiva.
- 3) Especificación de las propiedades especiales del hormigón afectado por las condiciones detalladas en los dos puntos anteriores.

d) Dimensionamiento:

Si se emplean fórmulas inusuales, debe indicarse la fuente de la cual han sido obtenidas, si es que ésta es de fácil acceso; en caso contrario, deben darse las correspondientes deducciones con los suficientes detalles que permitan dichas verificaciones.

e) Especificaciones especiales:

Contienen toda la información necesaria para la ejecución del trabajo o para la verificación de los cálculos estructurales, que no haya sido consignada en los planos o en los documentos enumerados anteriormente.

f) Planos:

- 1) Las medidas de los elementos constructivos y de sus armaduras, así como su justificación.
- 2) La Clase de Resistencia y toda otra Propiedad Especial del hormigón y los tipos de acero que deben utilizarse.
- 3) Existiendo elementos premoldeados se incluirán los planos de montaje con los detalles necesarios para ejecutarlos.
- 4) En caso de emplearse hormigón pretensado, las especificaciones para el tesado y la inyección de las vainas.
- 5) Planos para el montaje de apuntalamientos, encofrados o andamios que deban soportar esfuerzos fuera de los usuales.

g) Control de aptitud de los materiales:

Se debe detallar el mecanismo de control que se adoptará para cumplir con lo especificado en este Reglamento.

- h) Listado de Profesionales Especializados (ver el artículo 4.4.1.) que hayan intervenido en el proyecto, con la indicación del rubro correspondiente a su intervención y su firma en prueba de conformidad.

3.2.5. Autenticidad de la Documentación Técnica Inicial

La firma del Director de Obra y la conformidad del Comitente confiere autenticidad a cualquier legajo de la Documentación Técnica Inicial.

3.2.6. Destino de la Documentación Técnica Inicial

Un ejemplar auténtico de la Documentación Técnica Inicial debe ser elevado a la Autoridad Fiscalizadora a los fines y, dentro del plazo de anticipación al comienzo de la obra que la misma disponga, otro ejemplar auténtico se debe destinar para encontrarse permanentemente en obra a disposición de los profesionales que intervengan en ella y de la Autoridad Fiscalizadora. Un tercer ejemplar debe ser archivado por el Director de Obra.

3.2.7. Comienzo de la Obra Estructural

El comienzo de la obra estructural queda autorizado por el cumplimiento de los siguientes puntos:

- a) La existencia en el obrador de un legajo auténtico de la Documentación Técnica Inicial.

- b) La designación del Representante Técnico del Constructor en los legajos auténticos de la Documentación Técnica Inicial, y la firma del mismo en prueba de conformidad y de conocimiento del Proyecto Estructural.
- c) La existencia en obra de la Documentación Técnica de Obra correspondiente a los trabajos de ejecución inmediata.
- d) El cumplimiento de cualquier otra exigencia impuesta por la Autoridad Fiscalizadora.

3.2.8. Paralización de los trabajos

La falta de cumplimiento de los puntos a) ó c) del artículo 3.2.7. es suficiente motivo para que la Autoridad Fiscalizadora disponga la paralización parcial o total del trabajo en obra.

3.3. DOCUMENTACION TECNICA DE OBRA

3.3.1. Definición

Es el conjunto de planos, planillas, cuadros e instrucciones escritas que se necesitan en la obra o que son exigidos por este Reglamento para materializar la estructura, preparado todo ello al nivel técnico adecuado al de la capacitación del personal que debe interpretarlos.

3.3.2. Confección de la Documentación Técnica de Obra

La confección de la Documentación Técnica de Obra está a cargo del Proyectista Estructural, convalidada por el Director de Obra y aceptada por el Representante Técnico del Constructor.

3.3.3. Oportunidad de la confección de la Documentación Técnica de Obra

La Documentación Técnica de Obra podrá ser confeccionada a medida del progreso de los trabajos que la necesiten.

3.3.4. Conocimiento de la Dirección de Obra

La Documentación de Obra no puede ser utilizada sin previo conocimiento de la Dirección de la Obra y su consiguiente convalidación en prueba de conformidad.

3.3.5. Trabajos realizados sin Documentación Obra

Todo elemento estructural construido sin el conocimiento del Proyectista Estructural con la anuencia de la Dirección de la Obra, de la parte de la Documentación Técnica que le corresponde, o simplemente sin dicha documentación,

no puede ser incluido en la Documentación Técnica Final sin haber sido sometido al tratamiento especificado en el artículo 3.5.2. para las estructuras existentes carentes de Documentación Técnica Final.

3.4. DOCUMENTACION TECNICA FINAL

3.4.1. Definición y objeto de la Documentación Técnica Final

Es el legajo que contiene la información técnica completa sobre cómo está construida una estructura, y la individualización de los responsables de la construcción.

Constituye el antecedente cierto para proyectar modificaciones, ampliaciones o refuerzos, y para analizar las condiciones de seguridad ante cualquier cambio de destino de uso que pueda alterar las hipótesis de carga del proyecto original.

3.4.2. Confeción de la Documentación Técnica Final

La Documentación Técnica Final debe ser confeccionada por el Director de la Obra, quien podrá incluir a uno o varios Profesionales Especializados en los rubros en que a su juicio se justifique tal intervención, en cuyo caso su responsabilidad es compartida con la de los profesionales especializados intervinientes.

3.4.3. Composición de la Documentación Técnica Final

La Documentación Técnica Final debe contener la información completa y actualizada, conforme a obra, sobre los mismos puntos especificados para la Documentación Técnica Inicial, con el agregado en el artículo 3.2.4.g) de la información, cálculos y comentarios que justifican la aceptación de los materiales controlados, los resultados de los controles de aceptación efectuados, como así también la constancia correspondiente en el caso de que los servicios de control de producción o de aceptación sean subcontratados.

3.4.4. Información adicional de la Documentación Técnica Final

Es facultativo del Director de Obra incluir información adicional, además de la exigida en el artículo 3.4.3., que pueda en cualquier medida y a su juicio contribuir al mejor conocimiento de la estructura.

3.4.5. Utilización de la Documentación Técnica Inicial

Puede utilizarse la Documentación Técnica Inicial para componer la Documentación Técnica Final, si se la completa con el agregado de la información especificada en el artículo 3.4.3.

3.4.6. Autenticidad de la Documentación Técnica Final

La firma del Director de Obra da autenticidad a la Documentación Técnica Final, debiendo figurar también la del o los Profesionales Especializados que hayan intervenido en su confección convalidada por el Comitente y aceptada por el Representante Técnico del Constructor.

3.4.7. Destino de la Documentación Técnica Final

Un ejemplar autenticado de la Documentación Técnica Final será elevado a la Autoridad Fiscalizadora para incorporarse al legajo de antecedentes de la obra, otro ejemplar será conservado por el Comitente y un tercero será archivado por el Director de Obra.

3.5. DOCUMENTACION TECNICA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

3.5.1. Modificación o ampliación

El proyecto de toda modificación o ampliación de estructuras existentes debe basarse en el antecedente de la Documentación Técnica Final confeccionada oportunamente.

En el caso que el Profesional actuante comprobara que la Documentación Técnica Final no coincide con lo existente en obra, deberá proceder de acuerdo con lo establecido en el artículo 3.5.2.

3.5.2. Estructuras carentes de Documentación Técnica Final

La Documentación Técnica Final, de una estructura existente, carente de la misma, puede ser confeccionada y certificada por un Profesional, respondiendo a la totalidad de la información especificada en el artículo 3.4.3. La resistencia u otra propiedad especial del hormigón debe ser determinada por ensayos sobre testigos obtenidos de la propia estructura, mediante calado con broca de corona de diamante, y el tipo de acero, por ensayos sobre barras extraídas de la armadura.

3.5.3. Cambio de destino de uso

Desde la fecha de vigencia de este Reglamento, la autorización de cambio del destino de uso de edificios, queda supeditada a que las nuevas solicitudes

resulten compabibles con las dimensiones consignadas en la respectiva Documentación Técnica Final. Si ello no ocurre, la estructura deberá modificarse o reforzarse para adecuarla a las exigencias de este Reglamento.

CAPITULO 4. PERSONAS RESPONSABLES EN EL PROYECTO, DIRECCION Y EJECUCION DE LA ESTRUCTURA

4.1. RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

4.1.1. Generalidades

Toda estructura comprendida dentro del campo de validez de este Reglamento debe ser proyectada y construida bajo la responsabilidad de profesionales habilitados a tal efecto por las leyes que reglamentan el ejercicio de la profesión.

4.1.2. Reglamentación de las funciones profesionales

La reglamentación de las funciones profesionales a que hace referencia este Capítulo 4, no modifica ni altera en forma alguna la responsabilidad profesional que establece la legislación vigente para el Director de Obra, los Representantes Técnicos, el Proyectista Estructural y demás profesionales intervinientes.

La responsabilidad del Profesional a que se refiere este Reglamento en todos sus artículos, con excepción del artículo 4.1.1., es con respecto a la veracidad y exactitud de la información consignada y certificada en la Documentación Técnica de la que trata el Capítulo 3.

4.2. COMITENTE

4.2.1. Definición

En el marco de este Reglamento es la persona física o jurídica que encarga y ordena la tarea profesional y/o la materialización de la obra estructural.

4.2.2. Designación de los profesionales

El comitente tiene la facultad de elegir, designar y remover, de acuerdo con las normas vigentes, los profesionales que intervendrán en el proyecto y la construcción de la estructura con la condición de que cumpla lo especificado en el artículo 4.1.1.

4.2.3. Fuente de la autoridad del profesional

Se presume, sin admitirse prueba en contra, que por el solo hecho de firmar la Documentación Técnica o documentos posteriores que se presenten a la Autoridad Fiscalizadora, el Comitente otorga al profesional que designa en cada opor

tunidad, la autoridad necesaria para cumplir y hacer cumplir a quienes intervengan en la construcción, las obligaciones que impone este Reglamento.

4.3. DIRECTOR DE PROYECTO ESTRUCTURAL

4.3.1. Definición y responsabilidad

El Director de Proyecto Estructural es el profesional autor del proyecto de la estructura o quien dirige un conjunto de profesionales de diversas especialidades. Es responsable de todos sus aspectos y detalles y de la documentación necesaria para verificarla y construirla, compartiendo esta responsabilidad, en los respectivos aspectos parciales con los Profesionales Especializados a quienes haya dado intervención.

4.3.2. Certificación de la Documentación Técnica Inicial

El Director de Proyecto Estructural es el profesional que certifica naturalmente la Documentación Técnica Inicial. Se presume que su función termina con la presentación, a la Autoridad Fiscalizadora, de aquella documentación, a menos que conste que continúa vinculado a la construcción como Director de Obra o como Representante Técnico del Constructor.

4.4. PROFESIONAL ESPECIALIZADO

4.4.1. Definición

Profesional especializado es el que, por el nivel de sus conocimientos y experiencia, es a juicio del Director de Proyecto Estructural y/o del Director de Obra el indicado para intervenir en algún aspecto parcial del proyecto, dirección o control de la construcción o para certificar algún rubro de la Documentación Técnica.

4.4.2. Responsabilidad del Profesional Especializado

La responsabilidad del Profesional Especializado en la certificación de algún rubro de la Documentación Técnica, se circunscribe al punto o puntos en que intervino, presumiéndose que el Director de Proyecto Estructural o el Director de Obra comparte su responsabilidad con la de aquél.

4.5. DIRECCION DE OBRA DE ESTRUCTURA

4.5.1. Director de Obra de Estructura

El Director de Obra de Estructura es el profesional que designa el Comitente para representarlo técnicamente ante la Autoridad Fiscalizadora y ante el Constructor. Es responsable de hacer cumplir que la estructura se construya de acuerdo con el proyecto contenido en la Documentación Técnica de Obra y con las disposiciones de este Reglamento.

4.5.2. Titularidad de la Dirección de Obra

El titular de la Dirección de la Obra es el Director de Obra.

4.5.3. Oportunidad de la designación

El Comitente puede designar al Director de Obra de Estructura o reemplazarlo en el marco de las normas vigentes en cualquier momento, anterior o posterior a la presentación de la Documentación Técnica de Obra a la Autoridad Fiscalizadora; en el primer caso la designación debe constar en la Documentación Técnica de Obra y en el segundo caso se la debe incorporar en el momento de entrar en funciones.

4.5.4. Conocimiento del Proyecto Estructural

El Director de Obra de Estructura conoce y está conforme con el proyecto estructural que figura en la Documentación Técnica de Obra.

4.5.5. Modificación del Proyecto Estructural

El Director de Obra de Estructura tiene autoridad para modificar el proyecto estructural en todo lo que juzgue necesario para salvaguardar la seguridad estructural.

4.5.6. Autoridad ante el Constructor

El Director de Obra de Estructura tiene autoridad necesaria para obligar al Constructor a respetar el proyecto estructural, y para hacer cumplir las disposiciones de este Reglamento a toda persona que participe en la construcción de la estructura.

4.5.7. Responsabilidad por la representatividad de las muestras

El Director de Obra de Estructura es el responsable de la correcta representatividad de las muestras obtenidas para el control de la aptitud de los materiales incorporados a la estructura, y de la interpretación del resultado de los ensayos que la justifican.

4.5.8. Intervención de los Profesionales Especializados

El Director de Obra de Estructura puede dar intervención a Profesionales Especializados que merezcan su confianza, para participar en los cálculos, estudios y controles especificados en este Reglamento. En este caso, el Director de Obra comparte la responsabilidad con las de dichos profesionales, en lo circunscripto al rubro en el que intervengan.

4.5.9. Certificación de la Documentación Técnica Final

El Director de Obra de Estructura es quien debe confeccionar y certificar la Documentación Técnica Final de la estructura.

4.6. CONSTRUCTOR

4.6.1. Definición

El Constructor es la persona física o jurídica que, como Empresario, se dedica a la construcción de la estructura, cuenta con los antecedentes, organización y capacidad técnica, equipo y solvencia necesarios para su ejecución y además reúne los requisitos exigidos por la Autoridad Fiscalizadora para dedicarse a tal actividad.

4.6.2. Representante Técnico

Cuando el Constructor es persona jurídica, o siendo persona física no sea profesional habilitado como lo establece el artículo 4.1.1., debe designar su Representante Técnico, el que debe reunir aquella condición. La designación debe constar en la Documentación Técnica.

4.6.3. Autoridad del Representante Técnico

Al ser designado el Representante Técnico recibe del Constructor la autoridad necesaria para cumplir y hacer cumplir que la estructura se construya de acuerdo con la Documentación Técnica y con lo que dispone este Reglamento.

4.6.4. Responsabilidad del Representante Técnico

El Representante Técnico es quien representa al Constructor en toda tarea o gestión relacionada con la responsabilidad profesional, en especial en lo referente a:

- a) El conocimiento del proyecto estructural contenido en la Documentación Técnica y de los cálculos que le dieron origen.
- b) La correcta construcción de la estructura, de acuerdo con el proyecto y las especificaciones de este Reglamento.
- c) La incorporación a la obra de materiales aptos para desempeñar su función en las piezas estructurales, de acuerdo con el proyecto y con lo que especifica este Reglamento.
- d) La seguridad de la obra en general durante el desarrollo de la etapa constructiva.

CAPITULO 5. PERSONAL, EQUIPAMIENTO Y REGISTROS DEL CONSTRUCTOR, DE LOS ESTABLECIMIENTOS PARA LA FABRICACION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS, DE LOS PROVEEDORES DE HORMIGON ELABORADO Y DE LOS LABORATORIOS

5.1. REQUISITOS CORRESPONDIENTES AL CONSTRUCTOR

5.1.1. Generalidades

Las propiedades definitivas del hormigón incorporado a la estructura dependen de la aptitud y dosificación de sus componentes primarios, del mezclado homogéneo y del manipuleo para su transporte, colocación, compactación y curado; tareas que solamente encadenadas armónicamente entre sí, permiten obtener la aptitud prevista para el hormigón en el proyecto estructural. Para lograr es to es necesario:

- a) practicar los controles establecidos en el Capítulo 7,
- b) emplear personal técnico y obreros con suficiente experiencia y conocimientos adecuados a juicio del Director de Obra,
- c) disponer de equipos controlados de dosificación, mezclado, transporte, compactación y curado,

todos ellos adecuados a la Clase de Resistencia y a las Propiedades Especiales que se deben obtener en el hormigón endurecido.

5.1.2. Personal Técnico Responsable

El Representante Técnico del Constructor es responsable del control de producción y además debe asegurar el cumplimiento de:

- a) lo que se establece en los artículos 5.1.4. a 5.1.7.,
- b) el mantenimiento y verificación de las balanzas y dispositivos para la medición del agua y de los aditivos, así como de todo otro equipo para la medición de los materiales y la elaboración del hormigón.

5.1.3. Presunción con respecto al Constructor

Se presume que el Constructor, conociendo el contenido del artículo anterior, acepta que la eventual presencia de hormigón inapto en cualquier parte de la estructura, se debe a fallas u omisiones en una o más de las etapas del proceso detallado en el artículo 5.1.1.

5.1.4. Equipos necesarios para la elaboración, transporte y colocación del hormigón

Para la elaboración, transporte y colocación del hormigón debe disponerse de los equipos necesarios para una adecuada ejecución de los trabajos, y para obtener hormigón de resistencia uniforme y de las demás características especificadas en este Reglamento. En estas etapas no se deben emplear equipos, elementos, tuberías ni accesorios de aluminio, magnesio, ni sus aleaciones, si los mismos pueden ponerse, aunque sea transitoriamente, en contacto con el hormigón fresco. Los equipos deben ser inspeccionados periódicamente y mantenidos permanentemente en buenas condiciones de funcionamiento.

En particular, para la elaboración debe disponerse de las instalaciones y equipos necesarios para:

- a) Almacenamiento de los materiales: almacenamiento seco del cemento (ver el artículo 6.2.3.), almacenamiento limpio de los agregados clasificados por tipos y tamaños (ver el artículo 6.3.3.), y almacenamiento de las barras, mallas y cables de acero, de modo tal que se evite su corrosión o que resulten perjudicadas por cualquier motivo.
- b) Medición del cemento, agregados y agua v. cuando corresponda, también de los aditivos (ver el artículo 9.3.1.).
- c) Para el transporte, colocación, compactación y curado del hormigón deberá disponerse del equipo que permita cumplir con lo establecido en el Capítulo 10.

5.1.5. Registros que se deben llevar durante la ejecución de la obra

Durante la realización de la obra debe registrarse en forma continua toda información o dato importante relacionado con su ejecución. Tales registros deben ser conservados por el Representante Técnico del Constructor en condiciones de ser fácilmente accesibles al Director de Obra. Estos registros deben contener las siguientes indicaciones, mientras no estén ya contenidas en los remitos de entrega:

- a) Cuando la temperatura del aire está por debajo de 5°C o por encima de 30°C, se deben registrar las temperaturas del hormigón fresco en el momento de colocarse.
- b) La composición del o los hormigones utilizados, con la indicación de la modalidad adoptada para medir los componentes sólidos. Si se opta por hormigón elaborado se debe anotar el nombre del proveedor,

- los números de las boletas de remito y el sitio donde se ha de colocar.
- c) Cuando se empleen elementos premoldeados, se debe indicar el establecimiento proveedor, los números de los remitos de los elementos entregados a obra y el lugar de colocación de los mismos en la estructura.
 - d) Tipos de acero para armadura no tesa y de pretensado, y ubicación en la estructura de acuerdo con la Documentación de Obra.
 - e) El resultado de los ensayos de control de producción.
 - f) Memoria de las operaciones de tesado e inyección de vainas.

5.1.6. Empleo de la información acumulada en los registros

La información acumulada en los registros debe ser permanentemente analizada por el Representante Técnico del Constructor, quien, previo conocimiento y aprobación por el Director de Obra, tiene la responsabilidad de aplicar los resultados de los ensayos y la experiencia acumulada en la construcción de las estructuras, a la ejecución de los trabajos que aún faltan realizar, con vistas al mejoramiento de la calidad de las estructuras o al mantenimiento del nivel de calidad aceptable que se hubiera alcanzado.

5.1.7. Mantenimiento y disponibilidad de los registros

Los registros se deben mantener permanentemente en obra durante todo el proceso constructivo de las estructuras. En caso de solicitarlos el Director de Obra o sus representantes, han de ser inmediatamente entregados. Los remitos correspondientes a la entrega a obra de materiales, elementos premoldeados y hormigón elaborado deben formar parte de la Documentación de Obra.

5.2. REQUISITOS CORRESPONDIENTES A LOS ESTABLECIMIENTOS DEDICADOS A LA FABRICACION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS DE HORMIGON

5.2.1. Personal Técnico Responsable

Para utilizar elementos premoldeados de hormigón es condición que los establecimientos dedicados a su fabricación funcionen bajo la responsabilidad de un Director Técnico. El Director Técnico es responsable del control de producción y además debe asegurar el cumplimiento de:

- a) Lo que se establece en los artículos 5.2.3. a 5.2.6.
- b) Que no se entreguen elementos premoldeados que no hayan endurecido adecuadamente ni que carezcan de los números o letras de identificación, de acuerdo con lo establecido en los artículos 10.5.5. y 19.6.,

o que tengan defectos capaces de perjudicar su comportamiento estructural.

- c) Que los remitos correspondientes a los elementos que salen del establecimiento contengan la información completa, de acuerdo con el artículo 5.2.6.

5.2.2. Garantía de aptitud

Cada pieza o conjunto de piezas iguales que ingresen a obra, deben acompañarse de la certificación del Director Técnico del Proveedor, mediante un remito de entrega a obra con los requerimientos establecidos en el artículo 5.2.6.

Los comprobantes de esta certificación deben ser incorporados a la Documentación Técnica Final, y su autor estará incurso en la responsabilidad que establece el artículo 3.4.6.

5.2.3. Control de aceptación

El Profesional que certifica la Documentación Técnica Final asume la responsabilidad por la aceptación de los elementos premoldeados, pudiendo optar entre compartir su responsabilidad con el Director Técnico del Proveedor, haciéndolo intervenir en calidad de Profesional Especializado, o realizar el control que a su juicio le permita justificar la aceptación dentro de las exigencias de este Reglamento.

5.2.4. Equipamiento de los establecimientos dedicados a la fabricación de elementos premoldeados de hormigón

Los equipos deben satisfacer las siguientes condiciones, y por analogía también las establecidas en el artículo 5.1.4.:

- a) La fabricación debe realizarse bajo techo, salvo el caso en que se empleen moldes capaces de proteger al material contra las condiciones climáticas adversas.
- b) Si las operaciones de moldeo se realizan con temperaturas externas menores de 5°C es necesario disponer de recintos de trabajo y almacenamiento totalmente cerrados, para mantener en ellos a los elementos hasta que hayan endurecido suficientemente. En el interior de los mencionados recintos debe haber una temperatura permanente igual o mayor de 5°C.
- c) Si los elementos premoldeados se almacenan al aire libre con el fin de alcanzar un mayor endurecimiento, deben ser protegidos contra condicio-

nes climáticas perjudiciales, en la forma que se indica en el artículo 10.4. y en el Capítulo 11.

5.2.5. Registro de las informaciones

En los establecimientos dedicados a la fabricación de elementos premoldeados, se deben llevar registros diarios de información continua, en libros o formularios especiales, en la forma establecida en el artículo 5.1.5. Para el mantenimiento y disponibilidad de los registros, tiene validez lo establecido en el artículo 5.1.7.

5.2.6. Remitos de entrega a obra de elementos premoldeados

En el remito debe consignarse:

- a) Nombre del destinatario (Empresa, obra, etc.).
- b) Fecha de expedición y de entrega.
- c) Fábrica de origen y designación del elemento.
- d) Clase de Resistencia del hormigón y Propiedades Especiales que se hubieran especificado.
- e) Tipo de acero para armaduras.
- f) Identificación correspondiente a cada elemento según el esquema de posiciones y el plano de montaje de acuerdo con lo especificado en el artículo 3.2.4.f).
- g) Recubrimiento de hormigón que protege las armaduras, de acuerdo con lo especificado en el artículo 13.2.

5.3. REQUISITOS CORRESPONDIENTES A LOS ESTABLECIMIENTOS PROVEEDORES DE HORMIGÓN ELABORADO

5.3.1. Personal Técnico Responsable

Para utilizar hormigón elaborado en la construcción de estructuras, es condición que los establecimientos proveedores de hormigón elaborado cuenten con un Director Técnico, quien es responsable del control de producción y del cumplimiento de la garantía de aptitud especificada en el artículo 5.3.2.

5.3.2. Garantía de aptitud

Cada partida de hormigón fresco que ingresa a la obra, debe acompañarse de la certificación del Director Técnico del Proveedor, mediante un remito de entrega a obra con los requerimientos establecidos en el artículo 5.3.6. Los comprobam

tes de esta certificación deben ser incorporados a la Documentación Técnica Final, y su autor estará incurso en la responsabilidad que establece el artículo 3.4.6.

5.3.3. Control de aceptación

El hormigón elaborado será objeto del control de aceptación correspondiente a su Clase de Resistencia y Propiedades Especiales, sin diferencia alguna con respecto al hormigón preparado en obra.

5.3.4. Equipamiento correspondiente a los establecimientos proveedores de hormigón elaborado

Los equipos deben satisfacer las condiciones establecidas en el artículo 5.1.4.

5.3.5. Registros de informaciones

En los establecimientos proveedores de hormigón elaborado se deben llevar registros detallados, en libros o formularios especiales, donde conste cada partida de hormigón entregado. Tiene validez lo establecido en el artículo 5.1.5. respecto de la información que se refiere a la elaboración y ensayo del hormigón.

5.3.6. Remitos de entrega a obra de hormigón elaborado

En el remito debe consignarse:

- a) Nombre del destinatario (Empresa, obra, etc.).
- b) Volumen de hormigón que se envía.
- c) Valor del asentamiento solicitado.
- d) Hora de puesta de contacto del agua con el cemento, y si se incluyó o no aditivo retardador.
- e) Clase de Resistencia y Propiedades Especiales que se hubieran especificado.
- f) Prevención de posibilidad de acciones expansivas en los agregados.

5.4. REQUISITOS CORRESPONDIENTES A LOS LABORATORIOS

5.4.1. Personal Técnico Responsable

Los requerimientos con respecto al Personal Técnico Responsable son los establecidos en los artículos 5.4.3.1. y 5.4.4.1.

5.4.2. Personal auxiliar de Laboratorio

La ejecución de los ensayos estará a cargo de personal con capacitación téc-

nica por lo menos de nivel elemental , contando con el personal auxiliar necesario para la ejecución de las tareas secundarias.

5.4.3. Laboratorios de control de producción

5.4.3.1. Personal Técnico Responsable

El control de producción debe estar a cargo del Representante Técnico del Constructor o del Director Técnico del Proveedor, quien será responsable de:

- a) Registrar ordenadamente los resultados de los ensayos y determinaciones realizados.
- b) Aplicar los resultados de los ensayos, estudios y verificaciones, a la realización de los trabajos que aún falten ejecutar.
- c) Facilitar los registros de ensayos y determinaciones al Director de Obra toda vez que éste los solicite.

5.4.3.2. Equipamiento mínimo necesario para realizar el control de producción del hormigón

El equipamiento mínimo típico para realizar el control de producción comprende:

Cuando se elabora hormigón H-I:

- a) Equipo para medir la consistencia y valorar la aptitud de colocación del hormigón fresco, aplicando la norma IRAM 1536;
- b) Equipo para obtener muestras de hormigón fresco y moldear probetas de control, aplicando las normas IRAM 1541 y 1524, respectivamente;
- c) Equipo para obtener muestras de agregados y cemento aplicando las normas IRAM 1509 y 1643, respectivamente;
- d) En caso de que las probetas deban conservarse en la obra después del desmolde deberá disponerse de una pileta para conservarlas en agua saturada de cal, completamente sumergidas, hasta el retiro para su ensayo.

Cuando se elabora hormigón H-II:

Además del equipo indicado en a), b), c) y d) se debe disponer de:

- e) Equipo para determinar el contenido de humedad superficial de los agregados;
- f) Equipo completo de tamices para efectuar el análisis granulométrico de los agregados, aplicando las normas IRAM 1627 y 1505;

- g) Tamiz IRAM 75 μm para la determinación de limo, arcilla y polvo según la norma IRAM 1540;
- h) Juego de pesas para la calibración de las balanzas o equipo para realizar controles periódicos sobre el funcionamiento de los equipos de medición de los materiales componentes del hormigón;
- i) Equipo para determinar el contenido unitario de aire incorporado (si corresponde), aplicando la norma IRAM 1562.

5.4.4. Laboratorio de control de aceptación

5.4.4.1. Personal Técnico Responsable

El control de aceptación debe estar a cargo del Director de Obra, quien será responsable de:

- a) La representatividad y autenticidad de las muestras ingresadas al laboratorio.
- b) La supervisión sobre la ejecución de los estudios y ensayos que se realicen y de la obtención de resultados fehacientes que representen las características reales de los materiales o elementos ensayados.
- c) La recopilación y ordenamiento de los resultados de los estudios, ensayos y determinaciones realizados y de la anotación de los mismos en los registros correspondientes.
- d) El análisis y evaluación de los resultados obtenidos en los ensayos, estudios y determinaciones realizados.

El Director de Obra debe utilizar estos resultados para juzgar la aptitud de los materiales o elementos ensayados, y decidir la aceptación o el rechazo de los mismos y de las estructuras, según corresponda, asumiendo total responsabilidad por la decisión que adopte, en cumplimiento de lo que establece este Reglamento.

5.4.4.2. Equipamiento mínimo para realizar el control de aceptación

El equipamiento mínimo típico para realizar el control de aceptación comprende:

- a) Equipo para medir la consistencia y valorar la aptitud de colocación del hormigón fresco, aplicando la norma IRAM 1536;
- b) Equipo para obtener muestras de hormigón fresco y moldear probetas de control, aplicando las normas IRAM 1541 y 1524, respectivamente;

- c) Equipo completo de tamices para efectuar el análisis granulométrico de los agregados, aplicando las normas IRAM 1627 y 1505, respectivamente;
- d) Equipo para medir el contenido unitario de aire incorporado (si corresponde), aplicando la norma IRAM 1562.

5.4.5. Control del instrumental del Laboratorio

Todo el instrumental de ensayos de los laboratorios de control de producción y de aceptación, debe ser controlado antes de comenzar las obras, y en aquellos casos en que algunos instrumentos lo requieran, se los controlará periódicamente para asegurar su adecuado funcionamiento.

5.4.6. Registro de la actividad del Laboratorio

El Laboratorio, cualquiera sea su clase, debe llevar registro del ingreso de las muestras y del resultado de los ensayos.

Copia de dicho registro, certificado por el Profesional Responsable, (ver los artículos 5.4.3.1. y 5.4.4.1.), será incorporada a la Documentación Técnica de Obra.

CAPITULO 6. MATERIALES

6.1. DISPOSICIONES GENERALES

Para la ejecución de las estructuras, sólo podrán utilizarse materiales que en el momento de su empleo satisfagan los requisitos establecidos en el presente capítulo y que previamente a la iniciación de la obra y a satisfacción de su Director se haya demostrado que permitirán obtener los hormigones con las características establecidas para cada caso.

El Constructor está obligado a mantener la calidad y uniformidad de los materiales aprobados, hasta la finalización de la obra.

Todos los materiales que en el momento de utilizarlos no conformen los requisitos especificados, serán considerados no aptos y retirados inmediatamente de la obra.

En el caso de que para un determinado material no se hubieran indicado explícitamente las especificaciones que debe satisfacer quedará sobreentendido que son de aplicación las exigencias establecidas en la Norma IRAM vigente o en la Disposición CIRSOC que la complemente o substituya hasta su revisión.

6.2. MATERIALES AGLOMERANTES

6.2.1. Cemento pórtland

- a) Para la ejecución de estructuras de hormigón armado o pretensado sólo podrán utilizarse cementos del tipo pórtland, de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en la Norma IRAM 1 503, y que posean la resistencia en mortero normal IRAM 1 622 necesaria para poder obtener la especificada en el hormigón.

También podrán utilizarse, previa autorización del Director de Obra, los cementos de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan

los requisitos de calidad contenidos en la Norma IRAM 1 646 para cementos de alta resistencia inicial.

Para los hormigones de propiedades especiales se utilizarán aquellos cementos que, además de permitir alcanzar en el hormigón las resistencias necesarias, tengan composición química adecuada para satisfacer las condiciones especificadas en cada caso.

- b) Cuando se requieran las propiedades adicionales que califican a su tipo se recurrirá, según corresponda, a cementos que cumplan con las siguientes normas:

Norma IRAM 1 651 - Cemento puzolánico

Norma IRAM 1 669 - Cemento altamente resistente a los sulfatos

Norma IRAM 1 670 - Cemento de bajo calor de hidratación

Norma IRAM 1 671 - Cemento resistente a la reacción álcali-agregado

Norma IRAM 1 636 - Cemento pórtland de escorias de alto horno

6.2.1.1. Exigencias complementarias

- a) Cuando se requiera una moderada capacidad de resistencia a la acción agresiva de los sulfatos (ataque débil ó moderado según el renglón 6 de la Tabla 7 del artículo 6.6.3.9.), el contenido de aluminato tricálcico (AC_3) del cemento no excederá del 8,0%. Cuando se requiera una alta capacidad de resistencia a la acción de los sulfatos (ataque fuerte y muy fuerte), el contenido de AC_3 no excederá del 5,0%. Además, en este caso la suma del porcentaje de ferroaluminato tetracálcico (FAC_4) más el doble del porcentaje de AC_3 no excederá del 20%. (Ver el anexo a este artículo).

- b) En el caso de estructuras que, en todo o en parte puedan estar sometidas a:

- contacto permanente con agua,
- exposición prolongada a una atmósfera o clima húmedo,
- contacto con suelos húmedos

y sólo se disponga de agregados que al ser sometidos a los ensayos establecidos en los párrafos E-9 a E-11 de la norma IRAM 1 512 sean calificados como potencialmente reactivos, el contenido total de álcalis del cemento, expresado como Na_2O en g/100g, y calculado mediante la expresión (1), no excederá del 0,60%.

$$\% \text{ de álcalis} = \% Na_2O + 0,658 \cdot \% K_2O \quad (1)$$

- c) Si no fuese posible disponer de cementos que cumplan la condición establecida en b), se agregará al mortero u hormigón un material de las características adecuadas, que haya demostrado mediante ensayos exhaustivos realizados en un laboratorio especializado, que es capaz de impedir que se produzcan expansiones perjudiciales provocadas por la reacción álcali - agregado.

6.2.2. Mezcla de aglomerantes

En una misma pieza o elemento de la estructura no se permitirá el empleo de cementos de distintos tipos o marcas. (Ver el anexo a este artículo).

6.2.3. Provisión y almacenamiento de los materiales aglomerantes

Los materiales aglomerantes deben protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento.

Los cementos de distinto tipo, marca o partida se almacenarán separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se efectuará en el mismo orden.

En el momento de ingresar a la hormigonera el cemento se encontrará en perfecto estado pulverulento y tendrá una temperatura no mayor de 70°C.

Si el período de almacenamiento del cemento excediera de 60 días, antes de emplearlo deberá verificarse si cumple los requisitos de calidad especificados (Ver el anexo a este artículo).

6.3. AGREGADOS DE DENSIDAD NORMAL

6.3.1. Exigencias generales

Esta especificación se refiere a agregados pétreos, de densidad normal, procedentes de la desintegración natural o de la trituración de rocas de composición y características adecuadas, destinados a la elaboración de hormigones estructurales normales. No incluye a los materiales artificiales, livianos o no, obtenidos como subproductos industriales o por fabricación directa, ni aquéllos a emplear en la producción de hormigones de características especiales, los que serán motivo de reglamentaciones complementarias.

Los agregados estarán constituidos por partículas resistentes, duras y estables, limpias y libres de películas superficiales. No deberán contener sustancias perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar en forma adversa a la resistencia y durabilidad del hormigón, ni producir ataque alguno sobre las armaduras.

En caso de que los materiales disponibles no cumplan todas estas condiciones,

sólo podrán emplearse si estudios completos de laboratorio o resultados de obras en servicio, demuestran que con el mismo conjunto cemento-agregados pueden obtenerse hormigones de calidad adecuada, aptos para satisfacer tanto las ca racterísticas de la estructura como las condiciones de exposición al medio ambiente. El Director de Obra deberá autorizar por escrito el empleo de es tos materiales.

6.3.1.1. Agregado fino de densidad normal

6.3.1.1.1. Características generales

- a) El agregado fino estará constituido por arena natural de partículas redondeadas o por una mezcla de arena natural, de partículas redondeadas y arena de trituración, de partículas angulosas, en proporciones tales que permitan al hormigón en que se utilicen, reunir las características y propiedades especificadas.
- b) La arena de partículas angulosas se obtendrá por trituración de gr vas (canto rodado) o de rocas sanas y durables, que cumplan los requisitos de calidad especificados para los agregados gruesos de densidad normal para hormigones de cemento pórtland.
- c) No se permitirá el empleo de arenas de trituración como único agregado fino.
- d) Las partículas constituyentes del agregado fino deben ser limpias, duras, estables, libres de películas superficiales y de raíces y restos vegetales, yeso, anhidrita, piritita y escorias. Además no contendrá otras sustancias nocivas que puedan perjudicar al hormigón o a las armaduras. Tampoco contendrá más del 30% en masa de carbonato de calcio en forma de partículas constituidas por trozos de valvas o conchillas marinas.
- e) En ningún caso se emplearán agregados finos que hayan estado en contacto con aguas que contengan sales solubles o que contengan restos de cloruros o sulfatos, sin antes haber determinado el contenido de las mencionadas sales.
- f) La cantidad de sales solubles aportadas al hormigón por el agregado fino no incrementará el contenido de cloruros y sulfatos del agua de mezclado más allá de lo establecido en el artículo 6.5.
- g) El agregado fino que no cumpla con la exigencia del inciso f) será sometido a un lavado adecuado, con agua de las características nece-

sarias, a los efectos de reducir el contenido de sales solubles hasta que se cumplan las exigencias del mencionado artículo 6.5.

6.3.1.1.2. Sustancias perjudiciales

a) Las cantidades de las siguientes sustancias perjudiciales, expresadas en porcentaje de la masa de la muestra, no excederán de los límites que se indican a continuación:

- Partículas desmenuzables (Disposición CIRSOC 252)	1,0
- Finos que pasan el tamiz IRAM 75 μm (IRAM 1540):	
hormigón expuesto a desgaste superficial	3,0
otros hormigones	5,0
- Materias carbonosas (IRAM 1512; G-1 a G-8)	
cuando interese especialmente el aspecto superficial de la estructura	0,5
otros casos	1,0
- Total de otras sustancias perjudiciales	1,0

b) Materia orgánica (IRAM 1512; G-13 a G-17)

Índice colorimétrico, menor de 500 p.p.m. (500 mg/l)

El agregado fino que no cumpla la condición anterior será rechazado, excepto el caso en que al ser sometido a un ensayo comparativo de resistencia de morteros (IRAM 1534) arroje una resistencia media de rotura a compresión, a las edades de 7 y 28 días, no inferior al 95% de la que desarrolle un mortero de las mismas proporciones que el anterior, que contenga el mismo cemento y una porción de la muestra del agregado en estudio, previamente lavada con una solución de hidróxido de sodio en agua al 3,0%, seguida de un completo enjuague en agua. El tratamiento indicado del agregado fino será repetido hasta que al realizar el ensayo colorimétrico se obtenga un color más claro que el patrón (índice colorimétrico menor de 500 p.p.m.).

Antes de preparar el mortero se verificará mediante un indicador (fenolftaleína) que el hidróxido de sodio fue totalmente eliminado.

Después de realizar todas las operaciones indicadas, el módulo de finura de la arena lavada no diferirá más de 0,10 con respecto al de la arena antes del tratamiento.

c) Sustancias reactivas (IRAM 1512; E-9 a E-11)

El agregado fino a emplear en la preparación de morteros u hormigo-

nes destinados a la construcción de estructuras que, en todo o en parte, pueden estar sometidas a:

- contacto permanente con agua,
- exposición prolongada a una atmósfera o clima húmedos,
- contacto con suelos húmedos,

no deberá contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, en cantidades suficientes como para provocar una expansión excesiva del mortero o del hormigón.

Todo agregado fino que de acuerdo con la experiencia recogida en obras realizadas, o al ser sometido a los ensayos establecidos en los párrafos E-9 a E-11 de la norma IRAM 1512 sea calificado como potencialmente reactivo, sólo podrá ser empleado bajo una o ambas de las siguientes condiciones:

- 1) Si el contenido total de álcalis del cemento, expresado como óxido de sodio, es menor de 0,6%.
- 2) Si se agrega al mortero u hormigón un material que haya demostrado, mediante ensayos, que es capaz de impedir que se produzcan expansiones perjudiciales provocadas por la reacción álcali-agregado.

6.3.1.1.3. Otros requisitos

a) Equivalente de arena (IRAM 1682)

El equivalente de arena mínimo de un ensayo individual no será menor de 73. El promedio de los resultados de tres ensayos consecutivos realizados sobre otras tantas muestras representativas que cumplan con la condición establecida para un ensayo individual, no será menor de 75.

En caso de que el agregado fino no cumpla la condición establecida, la arcilla en exceso será eliminada por lavado. (Ver el anexo a este artículo).

b) Estabilidad frente a una solución de sulfato de sodio (IRAM 1525)

La porción de agregado fino retenida sobre el tamiz IRAM 300 μm al ser sometida a cinco ciclos alternados de inmersión y secado en una solución saturada de sulfato de sodio, arrojará una pérdida de masa, no mayor del 10%.

En caso de no cumplirse la condición anterior, el agregado podrá ser aceptado siempre que habiendo sido empleado para preparar hormigones de características similares, expuestos a condiciones similares durante un tiempo prolongado, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

Si no se cumple la condición establecida en el párrafo anterior, el agregado podrá ser aceptado si al someter al hormigón que lo contiene a ensayos de congelación y deshielo según la Norma IRAM 1661, se comporta satisfactoriamente.

- c) Estabilidad de las rocas basálticas constatada por el ensayo de inmersión en etilén-glicol (Disposición CIRSOC 252).

Las rocas basálticas de las que se obtengan los agregados finos de trituración cumplirán lo especificado en el artículo 6.3.1.2.3.b)

6.3.1.2. Agregado grueso de densidad normal

6.3.1.2.1. Características generales

- a) El agregado grueso estará constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca partida, o por una mezcla de dichos materiales que conforme los requisitos de estas especificaciones.
- b) Las partículas que lo constituyen serán duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, y de raíces y restos vegetales, yeso, anhidrita, pirita y escorias. Además no contendrá otras sustancias perjudiciales que puedan dañar al hormigón y a las armaduras. Tampoco contendrá cantidades excesivas de partículas que tengan forma de lajas o de agujas. El contenido de carbonato de calcio en forma de trozos de valvas o conchillas marinas se limitará a 15%, 5% y 2% en masa, para los agregados con tamaño máximo nominal de 13,2 mm, 26,5 mm y 37,5 mm, respectivamente.
- c) En ningún caso se emplearán agregados gruesos extraídos de playas marítimas, que hayan estado en contacto con aguas que contengan sales solubles, o que contengan restos de cloruros y sulfatos, sin antes haber determinado el contenido de las mencionadas sales en el agregado.
- d) La cantidad de sales solubles aportadas al hormigón por el agregado grueso, no incrementará el contenido de cloruro y sulfato del agua de mezclado más allá de lo establecido en el artículo 6.5. de este Reglamento.

- e) El agregado grueso que no cumpla el inciso anterior d) será sometido a un lavado adecuado con agua de las características necesarias, a los efectos de encuadrar su contenido de sales solubles dentro de lo que establece el mencionado inciso.
- f) Todo agregado grueso que contenga suelos, arcillas o materiales pulverulentos en exceso del límite establecido para los finos que pasan el tamiz IRAM 75 μm por vía húmeda, será completa y uniformemente lavado antes de su empleo.

6.3.1.2.2. Sustancias perjudiciales

- a) Las cantidades de las siguientes sustancias perjudiciales expresadas en porcentaje de la masa de la muestra, no excederán de los límites que se indican a continuación:

- Partículas desmenuzables (Disposición CIRSOC 252)	0,25
- Partículas blandas (IRAM 1644)	5,0
- Ftanita (chert) contenido como impureza y no como constituyente principal (IRAM 1649)	5,0
- Finos que pasan el tamiz IRAM 75 μm (IRAM 1540)	1,0

Tratándose de agregados gruesos obtenidos por trituración de rocas, si los finos provienen del material de molienda y están esencialmente libres de arcilla y materiales similares (índice de plasticidad menor de 2; IRAM 10 502) el límite anterior puede elevarse a 1,5.

- b) La suma de los porcentajes de todas las sustancias perjudiciales no excederá de 5,0%.
- c) Sustancias reactivas (IRAM 1512; E-9 a E-11 o IRAM 1531; E-8 a E-10)
Tiene validez para el agregado grueso lo especificado en el párrafo 6.3.1.1.2.c).

6.3.1.2.3. Otros requisitos

- a) Estabilidad frente a una solución de sulfato de sodio (IRAM 1525)
Tiene validez lo especificado en el artículo 6.3.1.1.3.b).
- b) Estabilidad de las rocas basálticas constatada por el ensayo de inmersión en etilén-glicol (Disposición CIRSOC 252)
Los agregados gruesos obtenidos por trituración de rocas basálticas, al ser sometidos al ensayo de inmersión en etilén-glicol durante 30

días, arrojarán una pérdida de masa menor del 10% (Ver el anexo a este artículo).

c) Desgaste Los Angeles (IRAM 1532)

Cada tamaño nominal de agregado grueso, al ser sometido a este ensayo, arrojará un desgaste no mayor del 40%. En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá ser igualmente empleado si al integrar un hormigón de las proporciones establecidas para la estructura, arroja resistencias satisfactorias.

Esta última condición tendrá validez hasta un máximo de desgaste del 45%.

6.3.2. Composición granulométrica de los agregados

6.3.2.1. Curvas granulométricas

La composición granulométrica de los agregados se determinará clasificando las partículas mediante los siguientes tamices de abertura cuadrada: 75 mm; 63 mm; 53 mm; 37,5 mm; 26,5 mm; 19 mm; 13,2 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 600 μ m; 300 μ m; 150 μ m; (IRAM 1501, parte II, serie suplementaria R 40/3).

Cada grupo se expresa como el porcentaje que representa en masa, en relación a la cantidad total de material tamizado.

La granulometría de un agregado fino o grueso se considerará satisfactoria si el porcentaje de material que pasa cualquiera de los tamices especificados no excede del 5,0% de la masa de la muestra respecto del límite establecido para el tamiz considerado. Lo dicho tiene validez para cada uno de los tamices establecidos.

Para el cálculo del módulo de finura se utilizarán solamente los tamices cuyas aberturas están aproximadamente en razón dos, a partir del tamiz de 75 mm de abertura (IRAM 1501, parte II serie suplementaria R 40/3).

En el caso de agregados constituidos por partículas de densidades sustancialmente diferentes la clasificación se hará en volumen, para lo cual las cantidades en masa retenidas sobre cada tamiz se dividirán por la respectiva densidad.

(Ver el anexo a este artículo).

6.3.2.1.1. Granulometría del agregado fino (IRAM 1505)

a) El agregado fino tendrá una curva granulométrica continua, comprendi-

da dentro de los límites que determinan las curvas A y B de la Tabla 1, salvo las excepciones indicadas en el inciso d).

Tabla 1. Curvas granulométricas del agregado fino

Tamices de mallas cuadradas (IRAM 1501, parte II)	Porcentaje máximo que pasa, acumulado, en masa		
	Curva A	Curva B	Curva C
9,5 mm	100	100	100
4,75 mm	95	100	100
2,36 mm	80	100	100
1,18 mm	50	85	100
600 μm	25	60	95
300 μm	10	30	50
150 μm	2	10	10

El agregado fino de la granulometría especificada podrá obtenerse por mezcla de dos o más arenas de distintas granulometrías. Los porcentajes de la curva A indicados para los tamices de 300 μm y 150 μm de abertura, pueden reducirse a 5% y 0%, respectivamente, si el agregado fino está destinado a hormigones con aire intencionalmente incorporados con no menos de 3,5% de aire total y con 240 kg/m^3 de contenido unitario de cemento, como mínimo, u hormigones, sin aire incorporado con más de 300 kg/m^3 de cemento o cuando se emplee en la mezcla una adición mineral adecuada para corregir la granulometría de la arena.

(Ver el anexo al artículo 6.3.2.1.).

- b) En ningún caso el agregado fino tendrá más del 45% de material retenido en dos cualesquiera de los tamices consecutivos indicados en el cuadro.
- c) El módulo de finura, calculado según la Disposición CIRSOC 252 no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1.
- d) En el caso de estructuras corrientes en las que se emplee hormigón H-I, mientras no indique lo contrario el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, podrán emplearse también arenas naturales cuyas curvas granulométricas se encuentren entre los límites determinados por las curvas B y C, siempre que con antecedentes de obras similares en servicio o mediante ensayos de laboratorio, se demuestre que pueden elaborarse con ellas, hormigones de resistencia y demás requisitos de calidad satisfactorios a juicio del Director de Obra.

- e) La cláusula anterior d) no tiene validez en el caso en que el hormigón se destine a la construcción de calzadas o de otras estructuras o elementos estructurales de gran superficie expuesta en relación a su espesor.
- f) Si el módulo de finura del agregado fino varía más de 0,20 en más o en menos con respecto al del material empleado para determinar las proporciones del hormigón (dosificación), el agregado fino será rechazado, salvo el caso en que se realicen ajustes adecuados en las proporciones de la mezcla con el objeto de compensar el efecto de la mencionada variación de granulometría.

6.3.2.1.2. Granulometría del agregado grueso (IRAM 1505)

- a) Al ingresar a la hormigonera, el agregado grueso tendrá una granulometría comprendida dentro de los límites que, para cada tamaño nominal, se indican en la Tabla 2.
- b) En el caso de los tamaños nominales 53 a 4,75 mm y 37,5 a 4,75 mm, el agregado grueso estará constituido, preferentemente, por una mezcla de dos fracciones que se almacenarán y medirán separadamente. La mezcla cumplirá los requisitos granulométricos correspondientes al tamaño nominal de que se trate. Para los hormigones H-I el agregado grueso podrá estar constituido por una sola fracción que cumpla los requisitos correspondientes. Para los hormigones H-II solamente se permitirá una fracción cuando el tamaño máximo nominal, no exceda de 37,5 mm.

(Ver el anexo al artículo 6.3.2.1.).

6.3.2.2. Curvas granulométricas continuas

Las mezclas de agregados de los distintos tamaños nominales tendrán curvas granulométricas continuas. Para determinar las proporciones en que deberán mezclarse los diferentes tamaños se tomará como criterio general el de obtener la curva que con la mayor cantidad posible de partículas gruesas haga mínimo el contenido de vacíos.

6.3.2.3. Curvas granulométricas discontinuas

En el caso en que los distintos tamaños de agregados disponibles no permitan componer una curva granulométrica continua por falta de partículas, de determinadas dimensiones, se podrá utilizar una curva granulométrica discontinua. Deberá demostrarse mediante ensayos de laboratorio, que con la granulometría propuesta se pueden obtener hormigones de trabajabilidad adecuada, con conte

Tabla 2. Granulometría del agregado grueso

Tamaño nominal (mm)	Porcentajes en masa, acumulados, que pasan por los tamices IRAM de mallas cuadradas									
	63,0 mm	53,0 mm	37,5 mm	26,5 mm	19,0 mm	13,2 mm	9,5 mm	4,75 mm		
53 a 4,75	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5		
37,5 a 4,75	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5		
26,5 a 4,75	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10		
19,0 a 4,75	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10		
13,2 a 4,75	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15		
53 a 26,5	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-		
37,5 a 19,0	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-		

aidos unitarios de cemento y agua compatibles con las características necesarias para la estructura y los métodos constructivos a utilizar.

6.3.3. Provisión y almacenamiento de los agregados

Los agregados se almacenarán y emplearán en forma tal que se evite la segregación de partículas, la contaminación con sustancias extrañas y el mezclado de agregados de distintos tamaños máximos o granulometría. Para asegurar el cumplimiento de estas condiciones, los ensayos para verificar las exigencias de limpieza y granulometría se realizarán sobre muestras extraídas en el lugar de medición, previo al ingreso a la hormigonera. (Ver el anexo a este artículo).

Queda expresamente prohibido el manipuleo y transporte de agregados mediante métodos, procedimientos y equipos que produzcan la rotura, desmenuzamiento o segregación de las partículas que los constituyen.

No se permitirá el empleo de agregados congelados o que contengan hielo. Previamente a su introducción a la hormigonera serán descongelados.

6.4. ADITIVOS PARA HORMIGONES

6.4.1. Aditivos químicos

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se presentarán en estado líquido o pulverulento y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1663 que no se opongan a las disposiciones de este Reglamento. Los aditivos en estado pulverulento previamente a su ingreso a la hormigonera serán disueltos en el agua de mezclado.

También podrán emplearse aditivos fluidificantes capaces de producir una mayor reducción del contenido de agua del hormigón (superfluidificantes) que los fluidificantes corrientes. Estos aditivos altamente fluidificantes, con el conjunto de materiales a emplear, deberán reducir el requerimiento de agua del hormigón como mínimo al 90% de la del hormigón patrón y producirán con respecto a éste, las resistencias a compresión y flexión mínimas que a continuación se indican: a compresión para 1 día 140%, para 3 días 125% y para 7 días 115% y a flexión 110% a los 7 días. Además cumplirán los restantes requisitos de la Norma IRAM 1663.

En estructuras de hormigón armado y pretensado y en aquellas en que queden incluidas piezas o elementos de aluminio o galvanizados, no se emplearán aditivos que contengan cloruros en proporciones tales que puedan elevar la concentración de ion cloro por encima de los valores especificados para el agua

de amasado en el artículo 6.5.

El fabricante deberá hacer constar en el envase, o en el certificado que acompaña al producto, si el aditivo contiene cloruros, fluoruros o nitratos y las cantidades de cada uno, responsabilizándose por esta información. Así mismo, indicará la dosis en que se recomienda utilizarlo.

Cada aditivo tendrá características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra. En caso de constatarse variaciones en las características o propiedades de los contenidos de distintos envases o partidas, se suspenderá su empleo. (Ver el anexo a este artículo).

6.4.2. Adiciones minerales pulverulentas

Podrán agregarse al hormigón materiales adicionales tales como puzolanas, cenizas volantes, pigmentos colorantes, etc., siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo, en las cantidades previstas, produce el efecto deseado sin perturbar sensiblemente las restantes características del hormigón ni producir reacciones desfavorables o afectar la protección de las armaduras.

Los volúmenes que estas adiciones aportan a la mezcla serán tenidos en cuenta al establecer sus proporciones. Los materiales hidráulicamente activos podrán computarse en el contenido de cemento cuando ello esté especialmente autorizado y se haya demostrado su aptitud para formar compuestos estables que favorezcan la compacidad y baja permeabilidad del hormigón.

Las escorias granuladas de alto horno y las puzolanas cumplirán los requisitos establecidos por las normas IRAM 1667 y 1668, respectivamente.

Para el transporte y almacenamiento de los aditivos minerales pulverulentos rigen las mismas disposiciones que para los materiales aglomerantes y que se indican en el artículo 6.2.3. y su correspondiente anexo.

6.5. AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES DE CEMENTO PORTLAND

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón y para lavar los agregados cumplirá las condiciones establecidas en la norma IRAM 1601, con las siguientes modificaciones que prevalecerán sobre las disposiciones contenidas en ella.

- a) El agua no contendrá aceites, grasas, ni sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el hormigón o sobre las armaduras.
- b) Además cumplirá las exigencias sobre total de sólidos disueltos y má

ximos contenidos de cloruros (expresados en ion Cl^-) y sulfatos (expresados en ion SO_4^{--}) que se indican en los incisos c) a e) que siguen. El contenido de cloruros incluye también el que aportan los agregados y aditivos.

c) Estructuras de hormigón simple

cloruro	máx. 2 000 partes por millón (2 000 mg/ℓ)
sulfato	máx. 1 500 ppm (1 500 mg/ℓ)

d) Estructuras de hormigón armado convencional

cloruro	máx. 1 000 ppm (1 000 mg/ℓ)
sulfato	máx. 1 300 ppm (1 300 mg/ℓ)

e) Estructuras de hormigón pretensado

Total de sólidos disueltos	máx. 5000 ppm (5000 mg/ℓ)
Cloruros	máx. 150 ppm (150 mg/ℓ)
Sulfatos	máx. 1 300 ppm (1 300 mg/ℓ)

El contenido de cloruros se refiere al total aportado por los componentes de la mezcla: agua, agregados y aditivos.

f) El agua que no cumpla algunas de las condiciones especificadas en los incisos anteriores a) a e) y en la Norma IRAM 1 601, será rechazada.

A los efectos indicados en los incisos anteriores, no tendrán validez las disposiciones contenidas en E-2 y F-7 de la Norma IRAM 1 601.

(Ver el anexo a este artículo).

HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND

6.6. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND

6.6.1. Disposiciones generales

a) El Constructor tendrá la responsabilidad total de producir hormigón de las características y propiedades especificadas. Antes de iniciar las operaciones de producción del hormigón y ejecución de las estructuras, el Constructor deberá demostrar mediante resultados de

ensayos que, con la dosificación, los materiales y los métodos que se propone emplear, puede producir hormigón colocable en la estructura, de la calidad y uniformidad especificadas.

- b) Los materiales componentes del hormigón cumplirán las condiciones especificadas en los artículos 6.1. a 6.5.
- c) Cada tipo o clase de hormigón tendrá composición y calidad uniformes. Las proporciones de sus materiales componentes serán las necesarias para permitir:
- su adecuada colocación, compactación y terminación en estado fresco;
 - envolver perfectamente las armaduras, asegurando su máxima protección contra la corrosión, y el mantenimiento de sus características con el tiempo;
 - obtener las resistencias mecánicas, resistencia al desgaste y demás características correspondientes al tipo de estructura en que será empleado;
 - y resistir debidamente la acción destructiva del medio ambiente al que la estructura estará expuesta durante su período de vida útil.
- d) El hormigón a emplear para la construcción de las estructuras y de sus elementos componentes tendrá las características, condiciones y calidad que correspondan y que se establecen en los planos, en este Reglamento y demás documentos del proyecto.
- e) Deberá poderse colocar en los encofrados sin segregación o con la menor segregación posible y, una vez endurecido, tendrá la resistencia y demás características que establece este Reglamento y que exige el funcionamiento de las estructuras en las condiciones de servicio.
- f) Las operaciones de transporte, colocación, compactación, terminación, protección y curado del hormigón se realizarán en forma tal que una vez retirados los encofrados y sus elementos de sostén, se obtengan estructuras compactas, de aspecto y textura uniformes, resistentes, impermeables, seguras y durables, en un todo de acuerdo con las necesidades del tipo de estructura y con los requisitos especificados en este Reglamento.

6.6.2. Clasificación de los hormigones por sus resistencias mecánicas y sus aplicaciones

6.6.2.1. Resistencia característica del hormigón

- a) Desde el punto de vista mecánico, la calidad del hormigón de una de terminada clase o tipo, estará definida por el valor de su resisten cia característica de rotura a compresión σ'_{bk} correspondiente a la edad de 28 días. Cuando se autorice el empleo de cemento de alta resistencia inicial, la resistencia característica se calculará en base a resultados de ensayos realizados a la edad de 7 días. (Ver el anexo a este artículo).

Si bien la clasificación se hace por resistencias características, para establecer las condiciones de recepción del hormigón se utiliza un método simple en el que dichas resistencias no necesitan ser calculadas.

- b) La resistencia del hormigón se determinará mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15,0 cm de diámetro y 30,0 cm de altura, moldeadas y curadas de acuerdo con lo que establece la Norma IRAM 1 524, para condiciones de temperatura y humedad constantes, y ensayadas a compresión hasta la rotura, según lo establecido por la Norma IRAM 1 546. (Ver el anexo a este artículo).
- c) Desde el punto de vista de las resistencias mecánicas, se considera que el hormigón de obra satisface las exigencias del proyecto, si se cumplen las condiciones establecidas en los artículos 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda.

6.6.2.2. Clasificación y aplicaciones

- a) Los hormigones de obra se clasifican en función de sus resistencias características, en las Clases H-4 a H-47, en las que los números que se indican representan las resistencias características (σ'_{bk}) expresadas en MN/m^2 (10 kgf/cm^2), a la edad de 28 días, que deben ob tenerse en los ensayos de control de calidad del hormigón de obra. Ver la Tabla 3.
- b) Para la construcción de estructuras de hormigón armado moldeadas in-situ se emplearán únicamente hormigones de clase H-13 o mayores.

Tabla 3. Clases de resistencia del hormigón y aplicaciones

1 Hormigón Grupo	2 Hormigón de Clase de resistencia	3		4		5 Cumple las condiciones estableci- das en los artículos	6 Aplica- ciones
		Resistencia caracterís- tica (σ'_{bk}) a la edad de 28 días, según lo establecido en el artí- culo 6.6.2.1.	Resistencia media míni- ma de cada serie de 3 en- sayos consecutivos, se- gún lo establecido en el artículo 6.6.3.11.2.a)	MN/m ² (kgf/cm ²)	MN/m ² (kgf/cm ²)		
H - I	H - 4	4	(40)	7,0	(70)	6.6.3.	Hormigón simple únicamente
	H - 8	8	(80)	12,0	(120)		
	H - 13	13	(130)	17,5	(175)		
	H - 17	17	(170)	21,5	(215)		
H - II	H - 21	21	(210)	26,0	(260)	6.6.4.	Hormigón simple, Hormigón armado y Hormigón pretensado
	H - 30	30	(300)	35,0	(350)		
	H - 38	38	(380)	43,0	(430)		
	H - 47	47	(470)	52,0	(520)		

6.6.2.3. Consideraciones generales referentes a la definición y características de los hormigones, correspondientes a los Grupos H-I y H-II.

6.6.2.3.1. Hormigones del Grupo H-I

- a) Son los hormigones de Clases de resistencias H-4 a H-17 inclusive que, con las excepciones previstas en el inciso siguiente b), no requieran poseer una o más de las características y propiedades especiales previstas en el artículo 6.6.5. Los hormigones H-I cumplirán las condiciones y exigencias que se establecen en el artículo 6.6.3.
- b) Cuando se requieran hormigones de Clases H-4 a H-17 inclusive, compactos y de elevada impermeabilidad, especialmente en el caso de las estructuras de hormigón armado destinadas a fundaciones u otras que en las condiciones de servicio estarán en contacto con aguas o suelos húmedos no agresivos, o expuestas a un ataque químico que por su intensidad ha sido calificado como "débil" (ver el artículo 6.6.5.4.), los mismos serán también considerados, en lo que a composición y elaboración se refiere, como hormigones H-I, si cumplen las siguientes exigencias mínimas:
- contenido unitario de cemento normal: no menor de 400 kg/m^3 ;
 - asentamiento (IRAM 1536) no mayor de 10,0 cm;
 - agregado fino (arena) de granulometría continua, comprendida dentro de los límites que determinan las curvas A y B del artículo 6.3.2.1.1.
- c) Excepto en los casos previstos en el inciso anterior b) , si la estructura requiere el empleo de hormigones de las características y propiedades especiales especificados en el artículo 6.6.5., aunque sus resistencias características sean de 17 MN/m^2 (170 kgf/cm^2) o menores, se los considerará como hormigones del Grupo H-II y cumplirán las exigencias establecidas en el artículo 6.6.4.
- d) La composición y proporciones de los hormigones del Grupo H-I que cumplen las condiciones indicadas en el artículo 7.3.3.b) podrá establecerse en forma empírica (ver el artículo 7.3.3.2.) en cuyo caso el contenido unitario mínimo de cemento no será menor que el indicado en la Tabla 4, artículo 6.6.3.3. y requisitos indicados en el artículo 7.3.3.2., o en forma experimental, en base a ensayos y estudios previos realizados en concordancia con lo especificado en el artículo 7.3.3.1.

6.6.2.3.2. Hormigones del Grupo H-II

- a) Son los hormigones de clases de resistencia H-21 a H-47 inclusive, y los que deban poseer una o más de las características y propiedades especiales previstas en el artículo 6.6.5. Los hormigones H-II cumplirán las condiciones y exigencias que se establecen en el artículo 6.6.4.
- b) Los hormigones de características y propiedades especiales se describen en el artículo 6.6.5. y cumplirán las exigencias establecidas en el citado artículo y en el inciso anterior a).
- c) La composición y proporciones de los hormigones del Grupo H-II deberán establecerse únicamente en forma experimental, mediante estudios y ensayos previos realizados en la forma especificada en el artículo 7.3.3.1. El contenido unitario de cemento será el que resulte de las citadas experiencias. En ningún caso la razón agua/cemento del hormigón superará el valor determinado en los estudios y ensayos previos o los valores establecidos en el artículo 6.6.3.9. por razones de durabilidad o por otros motivos.

HORMIGONES DEL GRUPO H-I

6.6.3. Condiciones y exigencias que deberán cumplir los hormigones del Grupo H-I

6.6.3.1. Tipo de cemento

- a) Siempre que por razones especiales no se especifique lo contrario las estructuras se construirán con hormigones que contengan cemento pórtland de tipo normal, de la calidad indicada en el artículo 6.2.1.
- b) En general, en aquellos elementos estructurales en que la dimensión lineal menor de la sección exceda de 75 cm, no se permitirá el empleo de cementos de alta resistencia inicial ni de aditivos aceleradores de resistencia.

6.6.3.2. Contenido unitario de cemento

El hormigón contendrá la cantidad de cemento que resulte necesaria para obtener las resistencias mecánicas y demás características especificadas, y para proteger a las armaduras contra los efectos de la corrosión. Se cumpli

rá lo especificado en el artículo 6.6.3.3.

6.6.3.3. Contenido unitario mínimo de cemento normal del hormigón compactado

- a) Si la composición del hormigón se establece en forma experimental, de acuerdo con ensayos y estudios previos, en la forma establecida en el artículo 7.3.3.1., el contenido unitario de cemento en ningún caso será menor que el que se indica a continuación:
- en estructuras de hormigón simple: 100 kg/m^3
 - en estructuras de hormigón armado, a los efectos de proteger a las armaduras contra la corrosión: 280 kg/m^3
- b) Si la composición del hormigón se establece en forma empírica, de acuerdo con lo indicado en el artículo 7.3.3.2., el contenido unitario de cemento en ningún caso será menor que el que, para cada resistencia característica y asentamiento, se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido unitario mínimo de cemento normal, para un tamaño máximo del agregado grueso de 25 mm y para los asentamientos que se indican (proporciones establecidas en forma empírica)

Clase de resistencia del hormigón	Resistencia característica a la edad de 28 días σ'_{bk} MN/m ² (kgf/cm ²)	Contenido unitario mínimo de cemento (kg/m ³) del hormigón compactado, para las consistencias (asentamientos) que se indican		
		A - 1 (1,0 a 4,5 cm)	A - 2 (5,0 a 9,5 cm)	A - 3 (10,0 a 15,0 cm)
H - I				
H - 4	4 (40)	180	200	—
H - 8	8 (80)	230	250	290
H - 13	13 (130)	290	320	360
H - 17	17 (170)	310	340	380

Los agregados fino y grueso tendrán las granulometrías establecidas en los artículos 6.3.2.1.1. y 6.3.2.1.2.

- c) Los contenidos unitarios mínimos indicados en la Tabla 4 se incrementarán en
- 15% si se emplea un cemento cuya velocidad de desarrollo de la resistencia es más lenta que la correspondiente al cemento normal;
 - 10% si el tamaño máximo del agregado grueso es de 13,2 mm o menor.
 - 10% si el agregado fino tiene su curva granulométrica comprendida dentro de los límites establecidos por las curvas B y C (ver el artículo 6.3.2.1.1.).

- d) En todos los casos prevalecerá el mayor de los contenidos mínimos exigidos o necesarios.
- e) Los contenidos unitarios de cemento indicados en la Tabla 4 podrán reducirse hasta en un 10% si se autoriza el empleo de cemento de alta resistencia inicial, y hasta en un 10% adicional si el tamaño máximo del agregado grueso es de 53 mm.
- f) Los incrementos del contenido de cemento deberán acumularse, mientras que las reducciones sólo podrán acumularse siempre que, en el caso de estructuras de hormigón armado, el contenido mínimo no resulte inferior al especificado en el artículo 6.6.3.3.a).

6.6.3.4. Contenido unitario máximo de cemento

Salvo disposiciones expresas contenidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias o casos particulares debidamente justificados a juicio del Director de Obra, el contenido unitario de cemento del hormigón, cumpliéndose lo dispuesto en el artículo 6.6.3.2., no excederá del necesario para respetar las razones agua/cemento máximas especificadas por razones de durabilidad o por otros motivos, y alcanzar las resistencias mecánicas establecidas en los planos, en las Especificaciones Técnicas Complementarias y demás documentos del proyecto. En ningún caso, dicho contenido unitario de cemento excederá de 500 kg/m^3 de hormigón compactado.

6.6.3.5. Contenido de material pulverulento que pasa el tamiz IRAM 300 μm

- a) Con el objeto de que el hormigón tenga la trabajabilidad necesaria y una textura cerrada, contendrá una cantidad adecuada de partículas finas que pasen el tamiz IRAM 300 μm .

Dichas partículas comprenden las del cemento, los agregados y otros materiales pulverulentos del tamaño indicado, que sea necesario incorporar al hormigón.

- b) Estarán compuestas por materiales o sustancias minerales naturales o artificiales, de tipo similar al de las adiciones minerales pulverulentas, constituidas por una mezcla de partículas de distintos tamaños, comprendidas dentro de lo especificado en a), que no se ablanden ni interfieran con el endurecimiento del cemento, ni reduzcan la resistencia, durabilidad ni la protección de las armaduras contra la corrosión.
- c) En la Tabla 5 se indican los contenidos aproximados de material que

pasa el Tamiz IRAM 300 μm correspondientes a los distintos tamaños máximos del agregado grueso.

Tabla 5. Contenido aproximado de material pulverulento

Tamaño máximo del agregado grueso mm	Cantidad de material (kg) que pasa el Tamiz IRAM 300 μm por metro cúbico de hormigón compactado
13,2	480
19,0	440
26,5	410
37,5	380
53,0	350

- d) El contenido de material pulverulento se limitará al mínimo indispensable para la adecuada trabajabilidad, especialmente en el caso de los hormigones de características especiales como los resistentes a los efectos de congelación y deshielo, a la abrasión superficial, y los expuestos a la agresión química o física y química.

(Ver el anexo a este artículo).

6.6.3.6. Condiciones que deben cumplir los agregados

- a) Tendrán granulometrías continuas. Para la elaboración de los hormigones de la Clase H-17 se dará preferencia a las arenas que tengan curvas granulométricas comprendidas dentro de los límites A y B (ver el artículo 6.3.2.1.1.).
- b) Si la composición del hormigón se ha establecido en forma experimental, mediante ensayos y estudios previos realizados en la forma establecida en el artículo 7.3.3.1., los agregados que se empleen para elaborar el hormigón de obra deberán tener las mismas características y granulometrías que las de los agregados empleados para realizar las experiencias.
- c) Las mezclas naturales de agregados finos y gruesos tal como se encuentran en los yacimientos o lugares de extracción, sin clasificación previa, sólo podrán emplearse para elaborar hormigones de las Clases H-4 y H-8 destinados a la construcción de estructuras de hormigón simple, siendo necesaria una autorización previa del Director de Obra. Dicha autorización sólo podrá acordarse si las comproba

ciones previas realizadas indican que las proporciones de la mezcla posibilitarán la elaboración de hormigones de las características y calidad especificadas, y siempre que los agregados fino y grueso que constituyen la mezcla, independientemente, tengan la granulometría y demás condiciones especificadas.

- d) En el caso de los hormigones de Clases H-13 y H-17, el agregado total estará constituido por lo menos por dos fracciones de partículas que tendrán las granulometrías especificadas para el agregado fino y para el agregado grueso, respectivamente. Cada una de las fracciones se almacenará y medirá separadamente. Inmediatamente antes de su ingreso a la hormigonera cumplirán los requisitos granulométricos y demás condiciones establecidas en los artículos 6.3.1. y 6.3.2.
- e) El material pulverulento que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.6.3.5. se adicione al hormigón, no se considerará como una fracción granulométrica del agregado total.

6.6.3.6.1. Tamaño máximo del agregado grueso

- a) El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será mayor que $1/5$ de la menor dimensión lineal de la sección del elemento estructural, $1/3$ del espesor de la losa, $3/4$ de la mínima separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armaduras, o entre dos grupos de barras paralelas en contacto directo que actúen como una unidad, ni que $3/4$ del mínimo recubrimiento libre de las armaduras.

De las condiciones expuestas se adoptará la que conduzca a un tamaño máximo menor.

- b) En el caso de columnas y otros elementos verticales, se cumplirá lo establecido en el inciso a) y además la condición de que el tamaño máximo no excederá de $2/3$ de la mínima separación libre entre las barras de la armadura.

6.6.3.7. Aditivos químicos y adiciones minerales pulverulentas

- a) Todos los aditivos y adiciones a emplear en obra cumplirán las exigencias establecidas en el artículo 6.4. de este Reglamento.
- b) Previamente a su empleo, dichos materiales serán ensayados a los efectos de verificar lo expresado en el inciso anterior a). Antes de su inclusión en el hormigón deberá contarse con la autorización expresa

del Director de Obra.

- c) En los casos previstos expresamente por este Reglamento o por el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, el hormigón contendrá cantidades adecuadas de aire intencionalmente incorporado en su masa. En los casos no previstos, el Constructor podrá proponer el empleo de un aditivo incorporador de aire (ver el artículo 6.6.3.8.).
- d) En los casos justificados, o cuando lo exija este Reglamento o las Especificaciones Técnicas Complementarias, el hormigón podrá contener un aditivo fluidificante (reductor del contenido unitario de agua de mezclado) de fraguado normal, acelerador de resistencia, o retardador del tiempo de fraguado inicial del hormigón. También podrá contener un aditivo fluidificante de gran actividad (superfluidificante) de las características establecidas en el artículo 6.4.1. En los casos no previstos, se procederá de acuerdo con lo establecido en el inciso anterior c).
- e) Cuando se autorice la inclusión de un aditivo superfluidificante, el mismo deberá emplearse adoptando las correspondientes técnicas específicas. Antes de incorporar el aditivo, el hormigón tendrá un asentamiento no mayor de 7,0 cm. Después de la incorporación, el asentamiento máximo no excederá de 22,0 cm. Para evitar el aumento de exudación y segregación de la mezcla, el hormigón deberá ser dosificado nuevamente, aumentando la proporción de partículas finas (agregado fino y, en caso necesario, material pulverulento que pasa el Tamiz IRAM 300 μ m).
- f) Cuando el hormigón contenga dos o más aditivos, antes de su utilización se demostrará mediante ensayos que el empleo conjunto de ambos no interferirá con la eficiencia de cada producto ni producirá efectos perjudiciales sobre el hormigón.
- g) Cuando el Constructor proponga el empleo de un aditivo en casos no previstos, la decisión que adopte el Director de Obra no podrá modificarse durante el desarrollo de la obra, salvo el caso en que se otorgue una autorización escrita. El tipo y la dosis serán propuestos por el Constructor considerando las condiciones ambientales y de temperatura y los resultados de las experiencias realizadas sobre el hormigón que los contiene.

- h) Se prohíbe el empleo de cloruro de calcio y otros aditivos que lo contengan en proporciones que faciliten la corrosión de las armaduras de acero o de los elementos de aluminio o de metal galvanizado que queden incluidos en el hormigón.
- i) El empleo de las adiciones minerales pulverulentas se ajustará a condiciones similares a las establecidas en los incisos anteriores para los aditivos químicos.

6.6.3.8. Incorporación intencional de aire

Todo hormigón que durante su vida útil esté sometido a una agresión de naturaleza química, o física y química (contacto con agua de mar, sulfatos, etc.), o que encontrándose saturado o en contacto con un medio húmedo pueda estar sometido a ciclos de congelación y deshielo o a acciones climáticas rigurosas, contendrá un porcentaje total de aire, natural e intencionalmente incorporado (IRAM 1602 ó 1562) comprendido dentro de los límites establecidos en la Tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje total de aire incorporado en función del tamaño máximo del agregado grueso

Tamaño máximo del agregado grueso mm	Porcentaje total de aire del hormigón, en volumen
13,2	7 ± 1,5
19,0	6 ± 1,5
26,5	5 ± 1,0
37,5	4,5 ± 1,0
53,0	4 ± 1,0

6.6.3.9. Razón agua/cemento máxima especificada por razones de durabilidad o por otros motivos

- a) El cociente entre la masa neta de agua (excluida el agua absorbida por los agregados) y la masa de cemento contenidos en el hormigón (razón agua/cemento) en ningún caso excederá de los límites máximos establecidos en el presente artículo 6.6.3.9., Tabla 7, en los artículos 6.6.5.2. a 6.6.5.7., en otros capítulos de este Reglamento o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias. Las mencionadas cantidades de agua y de cemento se expresarán en la misma unidad.

- b) Cuando la estructura esté sometida a dos o más exigencias, o el hormigón deba cumplir simultáneamente más de una condición, prevalecerá la que exija una razón agua/cemento menor.
- c) Cuando corresponda la máxima razón agua/cemento se indicará en los planos y otros documentos de obra.
- d) Cuando las proporciones del hormigón se hayan determinado experimentalmente, mediante estudios y ensayos previos realizados de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.3.3.1., el hormigón de obra será elaborado respetando la razón agua/cemento deducida de las experiencias, sin excederla. Si la consistencia (asentamiento) de la mezcla no resulta adecuada para la colocación del hormigón en zonas de difícil colocación, excepcionalmente, y siempre que se cuente con la autorización previa del Director de Obra, podrán incrementarse los contenidos unitarios de agua y de cemento hasta los mínimos necesarios para obtener el asentamiento conveniente, manteniendo en todos los casos la razón agua/cemento deducida de las experiencias realizadas. Dichos incrementos deben agregarse en el momento de la elaboración del hormigón.

6.6.3.10. Contenido unitario máximo de agua. Consistencia del hormigón

- a) El hormigón contendrá la menor cantidad posible de agua que permita su adecuada colocación y compactación, un perfecto llenado de los encofrados, y la obtención de estructuras compactas y bien terminadas.
- b) La consistencia del hormigón fresco será la necesaria para posibilitar la correcta colocación y compactación del mismo, teniendo en cuenta las características de la estructura y del equipo de compactación disponible.
- c) En el hormigón fresco se distinguen cuatro ámbitos de consistencia, medida por el asentamiento (IRAM 1536). En la Tabla 8 se indican los mencionados ámbitos, el aspecto del hormigón, la gama de asentamiento y el método de compactación correspondiente a cada uno de los ámbitos. El ámbito A-4 sólo será de aplicación cuando el hormigón contenga un aditivo superfluidificante, pero no para los hormigones que contienen los aditivos químicos, o las adiciones minerales pulverulentas, corrientes (Ver la norma IRAM 1663).

Tabla 7. Razones agua/cemento máximas especificadas por razones de durabilidad o por otros motivos

1	2
<p>Hormigones de densidad normal Condición de exposición</p>	<p>Máxima razón agua/cemento, en masa</p>
<p>1 Frecuente o continuamente humedecido y expuesto a los efectos de la congelación y deshielo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Secciones de espesor menor de 500 mm o con recubrimientos libres de las armaduras menores de 25 mm, y todo hormigón expuesto a la acción de sales descongelantes - Todo otro tipo de estructura 	<p>0,45 (1) 0,50 (2)</p>
<p>2 Estructuras expuestas al aire, a la intemperie. Clima lluvioso o semi-árido. Sólo por excepción temperaturas debajo de 0°C.</p>	<p>0,53</p>
<p>3 Cisternas y depósitos para agua, conductos, tuberías y toda estructura que deba resultar impermeable y estar destinadas a contener agua o soluciones acuosas no agresivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - espesores de 100 a 400 mm - espesores mayores 	<p>0,48 0,53</p>
<p>4 Fundaciones de hormigón armado o pretensado y otras estructuras enterradas en contacto con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aguas o suelos húmedos, no agresivos - agua de mar 	<p>0,50 0,45 (3)</p>
<p>5 Estructuras en ambientes cerrados con frecuentes contactos con aire muy húmedo y fuertes condensaciones a temperatura ambiente (cocinas industriales, baños públicos, lavaderos, ambientes húmedos de natatorios y establos)</p>	<p>0,53</p>

Tabla 8. Ambitos de consistencia y métodos de compactación

Ambito de consistencia	Aspecto y condición del hormigón fresco al colocarlo	Gama de asentamientos (cm)	Método de compactación
A - 1 hormigón seco	Todavía suelto y sin cohesión	1,0 a 4,5	Con vibradores potentes, o apisonado enérgico en capas delgadas
A - 2 hormigón plástico	Levemente cohesivo	5,0 a 9,5	Vibración normal y varillado o apisonado
A - 3 hormigón blando	Levemente fluido	10,0 a 15,0	Varrillado o vibración leve
A - 4 hormigón superfluidificado (*)	Fluido	15,5 a 22,0	Varillado o muy leve y muy cuidadosa vibración

(*) Únicamente para los hormigones que contienen un aditivo superfluidificante. El empleo de hormigones de asentamiento mayor de 15,0 cm, salvo el caso de los hormigones colocados bajo agua, requerirá la autorización escrita previa del Director de Obra.

d) Para cada tipo o clase de hormigón, la consistencia será uniforme de pastón a pastón, con las tolerancias que se establecen en el inciso f). Cuando la compactación se realice mediante vibración interna de alta frecuencia, el asentamiento (IRAM 1536) del hormigón estará preferentemente comprendido dentro de los siguientes límites:

- Para operaciones generales de colocación: 2 a 8 cm
- En secciones de difícil colocación: máximo 10 cm

e) Para los hormigones corrientes, cuando la compactación se realice en forma manual, el Constructor, para cada caso, propondrá el asentamiento a emplear, comprendido entre 5 y 15 cm. En ningún caso, excepto el de la colocación del hormigón bajo agua, o cuando el hormigón contenga un aditivo superfluidificante, se aceptará que el asentamiento sea mayor de 15 cm. (Ver el anexo a este artículo).

f) Cuando el asentamiento del hormigón de obra difiera más de las tolerancias que se indican en la Tabla 9 respecto del asentamiento máximo

establecido, el material será rechazado y, en consecuencia, no será empleado en la estructura.

Tabla 9. Tolerancias en los asentamientos

Asentamiento (IRAM 1536)	Tolerancia
Hasta 7 cm	$\pm 1,5$ cm
Mayor de 7 cm	$\pm 2,5$ cm

6.6.3.11. Resistencias mecánicas del hormigón

- a) El hormigón de obra tendrá por lo menos la resistencia característica a compresión establecida en los planos, este Reglamento y demás documentos del proyecto. Dicha resistencia será la correspondiente a la edad de 28 días o a la edad que se indique en los mencionados documentos, pero no es necesario calcularla, como se aclara en el artículo 6.6.2.1.
- b) Cuando se trate de juzgar la calidad y uniformidad del hormigón colocado en obra, el curado de las probetas se realizará en condiciones normalizadas de humedad y temperatura (norma IRAM 1524, párrafos G-40 a G-42 inclusive) (ver el anexo a este artículo).
- c) Si se trata de juzgar:
- las condiciones de protección y curado del hormigón,
 - la oportunidad de realizar operaciones de desencofrado,
 - la resistencia del hormigón como requisito previo para aplicar tensiones o cargas a la estructura, o para realizar el movimiento y traslado de elementos premoldeados, u otras circunstancias,

el curado de las probetas, que se almacenarán sobre o junto a la estructura, se realizará en condiciones tan idénticas como sea posible a las que se encuentre sometido el hormigón de la estructura a quien representan (norma IRAM 1524, párrafos G-43 a G-45 inclusive).

En este caso la resistencia a compresión se juzgará en base a resultados de ensayos individuales o promedio de ellos, y no mediante el tratamiento estadístico de resultados.

6.6.3.11.1. Juzgamiento de la resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón de obra

- a) En obra se controlará en forma sistemática la resistencia potencial

y la uniformidad de cada Clase o tipo de hormigón, mediante ensayos normalizados de resistencia a compresión, realizados hasta la rotura de las probetas, moldeadas, curadas y ensayadas de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.6.2.1.b).

Se denomina resistencia potencial a la que alcanzará el hormigón en las condiciones ideales de compactación, curadas en ambiente en las condiciones normalizadas de humedad y temperatura establecidas en la norma IRAM 1524.

- b) El hormigón endurecido tendrá por lo menos la resistencia mecánica correspondiente a la Clase especificada, dentro del conjunto de Clases de resistencias características establecidas en la Tabla 3 (artículo 6.6.2.2.) para los hormigones de los Grupos H-I ó H-II, según corresponda. También tendrá las demás características y propiedades establecidas en este Reglamento y en los planos y otros documentos del Proyecto. En el caso particular de los hormigones del Grupo H-I, las Clases de resistencia son: H-4; H-8; H-13 y H-17.
- c) En principio, y para los casos corrientes generales, el juzgamiento de la resistencia potencial de cada Clase o tipo de hormigón se realizará en base a por lo menos seis resultados de ensayos, según se especifica en el artículo 6.6.3.11.2.).

Si la frecuencia de extracción de muestras especificada en el artículo 7.4.5.1. en razón del reducido volumen de hormigón empleado, sólo permite obtener menos de seis muestras de una determinada Clase de hormigón, se cambiará el régimen de extracción de muestras y se extraerán muestras de por lo menos seis pastones, o de cada pastón si sólo se emplean seis.

- d) En caso de emplearse menos de seis pastones de una determinada Clase de hormigón, la evaluación de su resistencia se realizará por pastón, de acuerdo con lo especificado en el artículo 6.6.3.11.3. Al efecto, de cada pastón se extraerán por lo menos dos muestras representativas. Con cada una de ellas se moldearán por lo menos dos probetas. El promedio de las resistencias de las probetas moldeadas con cada muestra y ensayadas a la misma edad, siempre que las mismas cumplan lo establecido en el anexo al artículo 6.6.2.1.b), se considera como resultado del ensayo. El promedio de los resultados de los dos ensayos se considerará como resistencia del hormigón del pastón.

6.6.3.11.2. Condiciones que deben cumplirse en los casos en que se disponga de seis o más pastones

a) A los efectos del cumplimiento de las condiciones de resistencia especificadas en la Tabla 3 del artículo 6.6.2.2. se considerará que el hormigón tiene resistencia satisfactoria y que se ha obtenido la resistencia característica establecida, si se cumple que:

1) La resistencia media de rotura a compresión determinada con los resultados correspondientes a cada serie de tres resultados de ensayos consecutivos, es por lo menos igual al valor indicado en la columna 4 de la Tabla 3 (artículo 6.6.2.2.).

Lo expresado deberá cumplirse para todas las series de tres ensayos consecutivos que puedan formarse con los resultados disponibles. Cada resultado de ensayo (ver el anexo al artículo 6.6.2.1.b)) debe corresponder a un hormigón proveniente de dis-tinto pastón (ver el anexo a este artículo).

En el anexo a este artículo se da una alternativa a lo dispuesto en el primer párrafo.

2) Ningún resultado de ensayo (ver el anexo a este artículo 6.6.2.1.b)) tendrá una resistencia menor del 85% de la resistencia caracterís-
tica σ'_{bk} especificada.

b) La falta de cumplimiento de las condiciones establecidas en el inciso a), con las salvedades contenidas en los incisos c) y d), signifi-
cará que el hormigón colocado en la estructura y representado por las probetas ensayadas, no satisface los requisitos de calidad esta-
blecidos en este Reglamento.

c) Si solamente uno de los resultados de la serie de tres ensayos conse-cutivos no cumple la condición 2) del inciso a), se considerará que dicho resultado representa únicamente al hormigón del pastón con el cual se moldearon las probetas correspondientes al ensayo cuyo resul-
tado no fue satisfactorio (resistencia menor de $0,85 \cdot \sigma'_{bk}$), siem-
pre que el promedio de los resultados de la serie de tres ensayos consecutivos cumpla la condición 1) del inciso a).

d) Si más de uno de los resultados de la serie no cumple la condición 2) del inciso a), o si el promedio de las resistencias de una serie cual-
quiera de tres ensayos consecutivos no cumple la condición 1) del men

cionado inciso, se considerará que tanto los pastones de hormigón de los que se extrajeron las tres muestras empleadas para realizar los ensayos que constituyen la serie, como todos los demás pastones comprendidos entre los tres citados, no cumplen las condiciones de resistencia establecidas por este Reglamento.

6.6.3.11.3. Condiciones que deben cumplirse en los casos en que de una determinada Clase de hormigón se empleen menos de seis pastones

- a) En este caso se procederá en la forma establecida en el artículo 6.6.3.11.1.d). Si la resistencia media de los dos ensayos correspondientes al mismo pastón de hormigón es por lo menos igual a:

$$\sigma'_{bm} = \sigma'_{bk} + 2 \text{ MN/m}^2 \text{ (es decir } \sigma'_{bk} + 20 \text{ kgf/cm}^2\text{)}$$

ó

$$\sigma'_{bm} = \sigma'_{bk} + 0,10 \cdot \sigma'_{bk} = 1,10 \cdot \sigma'_{bk} \tag{2}$$

(el valor que sea menor), se considerará que el hormigón del citado pastón tiene resistencia característica satisfactoria y se cumplen las exigencias establecidas en este Reglamento al respecto.

- b) En caso contrario, es decir, si no se cumple la condición expresada, se considerará que el hormigón del pastón representado por los resultados de los dos ensayos realizados, no cumple los requisitos de resistencia establecidos y, por lo tanto, no satisface los requisitos de calidad especificados por este Reglamento. El cumplimiento de la condición especificada por un determinado pastón no podrá aducirse como evidencia de cumplimiento para ningún otro.

6.6.3.11.4. Medidas que deben adoptarse en caso de que no se cumplan las condiciones de resistencia especificadas

- a) Si el hormigón colocado en obra, de acuerdo con las comprobaciones realizadas, no satisface los requisitos de resistencia establecidos en los artículos 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda, como primera medida se dispondrá la verificación de lo actuado en relación a los resultados obtenidos que indican una falta de cumplimiento de los mencionados requisitos.

Al efecto, se realizará una revisión de los procedimientos y operaciones referentes a la toma de muestras del hormigón, moldeo, curado y ensayo de las probetas y, asimismo, de los cálculos realizados. Di

cha revisión tiene por objeto verificar si no se han producido errores o apartamientos en la aplicación de los procedimientos establecidos por las normas o métodos de ensayo aplicados para realizar las operaciones mencionadas.

Una vez establecida la validez de lo actuado, se considerará que el hormigón colocado en obra no reúne las condiciones necesarias para asegurar la estabilidad y seguridad de la estructura. En consecuencia, el Constructor estará obligado a adoptar las medidas correctivas que a juicio del Director de Obra deban aplicarse, a los efectos de dar cumplimiento a lo que al respecto especifica este Reglamento.

- b) Independientemente de otras medidas que corresponda adoptar, en caso de comprobarse una falta de cumplimiento de las condiciones de resistencia, el Director de Obra dispondrá la paralización inmediata de las tareas de colocación del hormigón. Antes de que se autorice la reiniciación de las mismas, el Constructor someterá a aprobación de aquél, por escrito, el plan detallado de acción que se propone aplicar con el fin de asegurar que el hormigón con que se moldearán las estructuras que aún no se hubiesen ejecutado, cumplirá los requisitos de calidad establecidos en este Reglamento. Dicho plan incluirá el reajuste inmediato de las proporciones del hormigón, con el fin de obtener resultados satisfactorios. Una vez realizado el reajuste y correcciones de la mezcla, y previa autorización escrita del Director de Obra, se reiniciarán las operaciones de hormigonado y el moldeo y ensayo de probetas para determinar la resistencia y uniformidad del hormigón como si se iniciaran por primera vez las operaciones de hormigonado. El Director de Obra podrá adoptar decisiones respecto al hormigón de proporciones reajustadas, tan pronto se obtengan resultados de ensayos realizados a la edad de 7 días, si los mismos indican, a juicio del aquél, que el hormigón no alcanzará la resistencia especificada para la edad de 28 días.
- c) En lo que se refiere a la determinación de las condiciones de estabilidad y seguridad de la estructura, o parte de ella, construída con hormigón que no cumple las exigencias correspondientes a las resistencias mecánicas especificadas en este Reglamento y demás documentos del proyecto, a los efectos de adoptar las decisiones que correspondan, se procederá en un todo de acuerdo con lo establecido en el capítulo 8 y particularmente en el artículo 8.4. de este Reglamento.

HORMIGONES DEL GRUPO H-II

6.6.4. Condiciones y exigencias particulares que deberán cumplir los hormigones de resistencias características de 21 MN/m^2 (210 kgf/cm^2) o mayores y los de características y propiedades especiales (Hormigones del Grupo H-II)

- a) Los hormigones del Grupo H-II son los de Clases de resistencia H-21; H-30; H-38 y H-47 (Tabla 3, artículo 6.6.2.2.), y los que deban poseer una o más de las características y propiedades especiales previstas en el artículo 6.6.5.
- b) Dichos hormigones deberán cumplir todas las condiciones y exigencias correspondientes a los hormigones del Grupo H-I (artículo 6.6.3.) que no se opongan a las establecidas en el presente artículo 6.6.4. También cumplirán las exigencias establecidas en este Reglamento y en los planos y otros documentos del proyecto.
- c) El juzgamiento de la resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón de obra se realizará en la forma especificada en el artículo 6.6.3.11.1. y en los artículos 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda.

6.6.4.1. Composición y proporciones del hormigón

- a) La composición del hormigón deberá establecerse únicamente en forma experimental, mediante estudios y ensayos previos realizados en la forma indicada en el artículo 7.3.3.1. El contenido unitario de cemento será el que resulte de las experiencias mencionadas, debiendo respetarse los contenidos mínimos y máximos especificados respectivamente, en los artículos 6.6.3.3. y 6.6.3.4. En general, el contenido unitario de cemento necesario será el que permita cumplir las exigencias mínimas referentes a las condiciones de resistencia mecánica, durabilidad, colocación y demás propiedades especificadas.
- b) Para los hormigones de características y propiedades especiales, el contenido unitario mínimo de cemento será el que se indica en los artículos 6.6.5.2. a 6.6.5.7., en correspondencia con la característica o propiedad requerida.
- c) En ningún caso la razón agua/cemento superará el valor determinado en los estudios y ensayos previos (artículo 7.3.3.1.) o especificado por razones de durabilidad, protección de las armaduras contra la corrosión, o por otros motivos (artículos 6.6.3.9., Tabla 7, y artículos 6.6.5.2. a 6.6.5.7.).

6.6.4.2. Condiciones que deben cumplir los agregados

- a) Las condiciones que aquí se establecen prevalecerán sobre las que corresponden a las disposiciones generales contenidas en el artículo 6.3.
- b) Los agregados finos (arenas) y gruesos tendrán preferentemente granulometrías continuas. Las curvas granulométricas de los agregados finos estarán comprendidas dentro de los límites que fijan las curvas A y B del artículo 6.3.2.1.1.
- c) Los agregados empleados para elaborar el hormigón de obra tendrán las mismas características y granulometrías, y estarán constituidos por las mismas fracciones de tamaños de partículas, que los empleados para realizar los estudios y experiencias indicadas en el artículo 6.6.4.1.a).
- d) Cuando se empleen agregados gruesos de tamaño máximo de hasta 37,5 mm, el agregado total podrá estar constituido por dos fracciones de partículas, que tendrán las granulometrías especificadas en los artículos 6.3.2.1.1. y 6.3.2.1.2. para el agregado fino y el agregado grueso, respectivamente. Cada una de las dos fracciones se almacenará y medirá separadamente, e inmediatamente antes de su ingreso a la hormigonera cumplirá los requisitos granulométricos correspondientes. Si en el caso del agregado grueso, al realizarse los ensayos de control de granulometría, no se cumpliera esta última condición, se exigirá su separación en dos fracciones que se almacenarán y medirán separadamente, con el fin de que, al ser mezcladas en la hormigonera en proporciones adecuadas, se obtenga la granulometría especificada en la Tabla 2 del artículo 6.3.2.1.2. para el tamaño nominal de que se trate.
- e) Cuando se empleen agregados gruesos de tamaño máximo mayor de 37,5 mm, el agregado total estará constituido por lo menos por tres fracciones de partículas, que se almacenarán y medirán separadamente. Una de ellas será el agregado fino.
- f) Para el tamaño nominal del agregado grueso 53 a 4,75 mm, las fracciones serán 53 a 26,5 mm y 26,5 a 4,75 mm, que inmediatamente antes de su ingreso a la hormigonera, tendrán las granulometrías establecidas en la Tabla 2 del artículo 6.3.2.1.2. y que, al ser mezcladas en proporciones adecuadas, permitirán obtener un agregado grueso de tamaño

nominal 53 a 4,75 mm, de la granulometría comprendida dentro de los límites establecidos en la mencionada Tabla.

- g) El material pulverulento que pasa el Tamiz IRAM 300 μm que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.6.3.5. se adicione al hormigón, no se considerará como una fracción granulométrica del agregado total.

6.6.5. Hormigones de características y propiedades especiales

6.6.5.1. Requisitos generales

Los hormigones de características y propiedades especiales pertenecen al Grupo de hormigones H-II y cumplirán todas las condiciones y exigencias establecidas en este Reglamento que no se opongan a las establecidas en las presentes disposiciones particulares. En especial, se emplearán materiales de características adecuadas, sus proporciones se estudiarán cuidadosamente, y se los elaborará, colocará y compactará de modo tal que, en todas las etapas de la ejecución, se produzca la menor segregación posible de sus componentes. Se los compactará hasta alcanzar su máxima densidad y se extremarán las condiciones de curado. Se cumplirán cuidadosamente las condiciones de durabilidad establecidas para los materiales y las estructuras en función de las condiciones climáticas de exposición y de contacto con el medio ambiente en las condiciones de servicio. Salvo el caso en que estas disposiciones particulares establezcan lo contrario, se cumplirán las exigencias correspondientes a los hormigones del Grupo H-II (ver el artículo 6.6.4.).

6.6.5.2. Hormigón de elevada impermeabilidad

- a) El hormigón a emplear en la ejecución de cisternas y depósitos para agua, conductos y tuberías, y toda estructura en la que una elevada impermeabilidad sea condición importante, tendrá la razón agua/cemento máxima especificada en el renglón 3 de la Tabla 7 del artículo 6.6.3.9. Si el contacto es con agua de mar o con soluciones acuosas agresivas, la razón agua cemento no excederá de 0,45. En este último caso, se adoptarán las precauciones necesarias para proteger al hormigón contra la agresión química o física y química, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.6.5.4. Las razones agua/cemento indicadas se reducirán adecuadamente si así lo exigen otras razones de durabilidad o de resistencia.
- b) En el caso de espesores comprendidos entre aproximadamente 100 mm y 400 mm, el hormigón será tan denso e impermeable como sea necesario

para que la mayor penetración de agua en el ensayo realizado de acuerdo con la Norma IRAM 1 554 (promedio del ensayo de 3 probetas) no exceda de 50 mm.

- c) El contenido unitario mínimo de cemento, en secciones del orden de 400 mm o menores, estará comprendido entre 320 kg/m^3 y 370 kg/m^3 de hormigón compactado. En secciones de mayor espesor, de hasta 750 mm, el contenido mínimo no será menor de 300 kg/m^3 .
- d) Los hormigones de resistencias características H-4 a H-17 inclusive, que deban resultar bien compactos y de elevada impermeabilidad, como los que requieren las estructuras de hormigón armado destinadas a fundaciones u otras que, en las condiciones de servicio, estarán en contacto con aguas o suelos húmedos no agresivos, o expuestas a un ataque químico que por su intensidad se califique como "débil" (ver el artículo 6.6.5.4.) desde el punto de vista de su composición y elaboración se considerarán como hormigones del Grupo H-I si cumplen las exigencias mínimas establecidas en el artículo 6.6.2.3.1 b).
- e) El hormigón contendrá el porcentaje total de aire incorporado indicado en el artículo 6.6.3.8. que corresponda de acuerdo con el tamaño máximo del agregado grueso. Dicho contenido de aire se incorporará aunque no existan problemas de durabilidad (Ver el anexo a este artículo).
- f) Sobre exigencias de orden constructivo para las estructuras ejecutadas con hormigones de elevada impermeabilidad ver el artículo 14.2.

6.6.5.3. Hormigón de elevada resistencia contra los efectos de las bajas temperaturas y de los ciclos de congelación y deshielo

- a) El hormigón que encontrándose saturado o en contacto con un medio húmedo pueda estar expuesto a ciclos de congelación y deshielo o a cambios bruscos de temperatura en climas fríos, con temperaturas de 0°C o menores, debe tener las características necesarias para resistir adecuadamente la acción destructiva del hielo.
- b) Deberán emplearse agregados capaces de resistir los efectos desfavorables de las temperaturas de congelación del agua. Se determinarán sus absorciones de agua (24 horas) y densidades, de acuerdo con lo que establecen las normas IRAM 1 520 y 1 533, respectivamente, para los agregados finos y gruesos, debiendo cumplirse: absorción de agua

(24 horas) menor de 3,0% en masa, y densidad no menor de 2,50 kg/dm³ también se determinará la durabilidad de los agregados sometiéndolos a ciclos alternados de inmersión en una solución saturada de sulfato de sodio y secado (IRAM 1525). Ver los artículos 6.3.1.1.3.b) y 6.3.1.2.3.a).

En los casos en que el Director de Obra lo considere necesario, también se realizarán ensayos de congelación y deshielo de hormigones que contengan los agregados en estudio (IRAM 1661).

- c) El hormigón cumplirá las condiciones de impermeabilidad establecidas en el artículo 6.6.5.2., contendrá un porcentaje total de aire natural e intencionalmente incorporado en su masa (IRAM 1602 ó 1562) comprendido dentro de los límites establecidos en el artículo 6.6.3.8., y su razón agua/cemento máxima en masa, no excederá de los valores que se indican en el renglón 1 de la Tabla 7 del artículo 6.6.3.9.
- d) Sobre exigencias de orden constructivo para las estructuras ejecutadas con estos hormigones ver el artículo 14.3.

6.6.5.4. Hormigón expuesto a la agresión química o física y química

- a) El juzgamiento del grado de agresividad de los líquidos, suelos u otras sustancias, y vapores que se pondrán en contacto con el hormigón, será realizado por un profesional especializado a juicio del Director de Obra. El grado de ataque será calificado de acuerdo con su intensidad, como "débil", "fuerte" y "muy fuerte".
- b) La capacidad de resistencia del hormigón frente a la acción perjudicial de una agresión de naturaleza química o física y química dependerá, entre otras causas, de su densidad e impermeabilidad. Por tales razones, dichas características deberán ser alcanzadas por lo menos en el grado necesario para que, al ser sometido al ensayo que establece la Norma IRAM 1554, la profundidad de penetración de agua (promedio de 3 probetas) no exceda de 50 mm en el caso de una agresión "débil", ni de 30 mm en el caso de una ataque "fuerte" o "muy fuerte".

Estos hormigones tendrán en general, las características del hormigón de elevada impermeabilidad (ver el artículo 6.6.5.2.) que no se opongan a lo que se establece en el presente artículo 6.6.5.4.

- c) Los agregados finos tendrán granulometrías comprendidas dentro de los

- límites que fijan las curvas A y B del artículo 6.3.2.1.1. y, lo mismo que los agregados gruesos, tendrán partículas compactas y cumplirán las especificaciones contenidas en el artículo 6.3. No serán potencialmente reactivos frente a los álcalis del cemento, y estarán constituidos por partículas minerales de naturaleza adecuada para resistir, en buenas condiciones, el efecto de la agresión.
- d) Se emplearán cementos de características y composición adecuadas, de acuerdo con el tipo de agresión prevista. (Ver el artículo 6.6.3.7. h)).
 - e) El hormigón contendrá el porcentaje total de aire, natural e intencionalmente incorporado, especificado en el artículo 6.6.3.8.
 - f) Las razones agua/cemento, en masa, no excederán de 0,50 para ataque "débil" y de 0,45 si el ataque es "fuerte" o "muy fuerte". En el caso de contacto con soluciones ácidas no excederá de 0,40. Para contacto con agua de mar, no excederá de 0,45. (Ver el anexo a este artículo).
 - g) El hormigón será de elevada impermeabilidad y tendrá el menor contenido unitario de agua posible. Las mezclas serán macroscópicamente homogéneas y tendrán asentamientos comprendidos entre 4,0 cm y 8,0 cm. Se compactarán por vibración de alta frecuencia.
 - h) El contenido unitario mínimo de cemento será de 380 kg/m³ de hormigón compactado. El tiempo de mezclado mecánico mínimo será de 2 minutos.
 - i) Dado que la cantidad de sustancias químicas que tienen capacidad agresiva sobre el hormigón es relativamente grande, resulta prácticamente imposible establecer disposiciones que contemplen todos los casos de agresión. Por tal razón, en presencia de cada caso concreto distinto de los considerados en estas disposiciones, resultará imprescindible recurrir al asesoramiento de un profesional especializado, a juicio del Director de Obra.
 - j) En el caso de contacto prolongado con un medio ácido, el hormigón deberá ser protegido mediante un recubrimiento, membrana o material capaz de impedir dicho contacto y resistir la agresión. El recubrimiento a emplear deberá ser especificado por un profesional especializado, a juicio del Director de Obra. (Ver el anexo al inciso f)).
 - k) Hormigones expuestos a la acción agresiva de los sulfatos
Si el contenido de sulfatos solubles en agua (expresados en SO₄²⁻) en muestras de suelos es igual o menor que 0,10 % en masa (1 000 mg/kg), o en muestras de agua, es igual o menor de 200 p.p.m. (200 mg/ ℓ) no será

necesario adoptar precauciones especiales para proteger al hormigón. La agresión se clasificará según el renglón 6 de la Tabla 7 del artículo 6.6.3.9. y la razón agua/cemento máxima será la especificada en dicha Tabla. El contenido máximo de AC_3 del cemento pórtland será el especificado en el artículo 6.2.1.1.a). Para ataque muy fuerte se adicionará al cemento una puzolana activa que en ensayos previos haya demostrado que es capaz de mejorar la resistencia del hormigón que contiene el cemento indicado frente al ataque de sulfatos. En caso de no disponerse de una puzolana de características adecuadas, el hormigón deberá ser protegido mediante una película o material impermeable, capaz de resistir la agresión.

- l) Hormigones expuestos al contacto con agua de mar
(Ver el artículo 6.6.5.2.a).
- m) Sobre disposiciones generales y exigidas de orden constructivo para las estructuras expuestas a una agresión química o física y química ver el artículo 14.4.

6.6.5.5. Hormigón expuesto a acciones mecánicas y a abrasión superficial

- a) El hormigón expuesto a una acción mecánica que provoque una abrasión superficial severa, como el tránsito intenso, el resbalamiento de materiales a granel, los golpes, impactos, y el movimiento de objetos pesados, el escurrimiento rápido de agua que lleve sólidos en suspensión (agregados o hielo, por ejemplo) u otras acciones, debe poseer una elevada resistencia a la abrasión y una resistencia característica de por lo menos 30 MN/m^2 (300 kgf/cm^2) a la edad de 28 días. En el caso de pisos industriales, la resistencia característica no será menor de 13 MN/m^2 (130 kgf/cm^2) a la edad de 3 días.
(Ver el anexo a este artículo)
- b) El contenido unitario de cemento no excederá, para un tamaño máximo del agregado grueso de hasta 37.5 mm, de 350 kg/m^3 de hormigón compactado. Dicho contenido, cumpliéndose lo que acaba de expresarse, será el estrictamente necesario para alcanzar la resistencia establecida.
- c) El agregado fino estará constituido por arena silícea de partículas redondeadas, que cumplan las exigencias establecidas en los artículos 6.3.1.1. y 6.3.2.1.1. El agregado grueso se obtendrá preferentemente por trituración del granito, basalto o diabasa que cumplan las e-

xigencias establecidas en los artículos 6.3.1.2. y 6.3.2.1.2. desgaste "Los Angeles" (IRAM 1532) no excederá del 25,0%.

El tamaño máximo del agregado grueso estará comprendido entre 19 y 37,5 mm, preferentemente 26,5 mm, y será menor que 1/3 del espesor del elemento estructural en que se emplee. Para los pisos con capa de desgaste integral o adherida, el agregado grueso tendrá un tamaño máximo de 13,2 mm.

- d) El asentamiento máximo del hormigón no excederá de 7,0 cm (IRAM 1532). En el caso del hormigón superficial o capa de desgaste, el asentamiento máximo será de 3,0 cm.
- e) Sobre las exigencias de orden constructivo para las estructuras expuestas a las intemperies con estos hormigones ver el artículo 14.5.

6.6.5.6. Hormigón expuesto a la acción del calor y de temperaturas mayores que las ambientales normales

- a) El hormigón que en condiciones normales de servicio se encuentre sometido a temperaturas menores de 70°C, no requiere características especiales para su protección.
- b) En caso de que, excepcionalmente, y por cortos períodos de tiempo (menores de 60 minutos) el hormigón se encuentre sometido a temperaturas de hasta 250°C, contendrá agregados gruesos cuyos coeficientes de dilatación térmica sean los menores posibles. (Ver el anexo a este artículo).
- c) Las mayores secciones de los elementos estructurales, y los mayores recubrimientos de las armaduras, con respecto a las distancias establecidas para protegerlas contra la corrosión, son factores determinantes para el mejor comportamiento de las estructuras frente a temperaturas elevadas.
- d) El período de curado húmedo continuo de los elementos estructurales será por lo menos de 7 días. A continuación se los dejará secar durante el mayor tiempo posible, no menor de 45 días, hasta el momento en que por primera vez se expondrán a temperaturas mayores de 70°C.
- e) Para exposiciones continuas y prolongadas a temperaturas mayores de 70°C, o si las estructuras estarán sometidas a ciclos frecuentes de calentamiento y enfriamiento o a cambios bruscos de temperatura deberán adoptarse precauciones especiales, complementarias de las indicadas en los incisos anteriores. Al efecto, el hormigón será

tegido convenientemente mediante revestimientos aislantes de ladrillos refractarios o de otros materiales capaces de mantenerlo a temperatura menor de 70°C, en las condiciones de servicio, o bien dejando cavidades de aire que actúen como medio aislante.

6.6.5.7. Hormigón de características adecuadas para ser colocado bajo agua

- a) La colocación del hormigón bajo agua se realizará de acuerdo con lo especificado en el artículo 10.3.
- b) El hormigón resistente que se coloque bajo agua para condiciones generales de colocación, tendrá un contenido unitario mínimo de cemento normal de 380 kg/m³. Para grandes masas de hormigón, el contenido mínimo será de 350 kg/m³.
- c) El agregado fino tendrá partículas redondeadas, lo mismo que el agregado grueso. El porcentaje de arena respecto del total de agregados estará comprendido entre el 42 % y el 48 % en masa. Para grandes masas de hormigón y operaciones generales de colocación, el tamaño máximo del agregado grueso será de 37,5 mm. Para colocaciones de menor volumen o difíciles de ejecutar, o si se tratara de estructuras de hormigón armado, podrá emplearse un tamaño máximo de 26,5 mm. La curva granulométrica de la arena estará situada aproximadamente en la región media delimitada por las curvas A y B del artículo 6.3.2.1.1. El contenido de material que pasa el tamiz IRAM 300 µm no será menor que el establecido en el artículo 6.6.3.5. (Tabla 5).
- d) Contendrá un porcentaje total de aire, natural e intencionalmente incorporado, de $4,0 \pm 1,0\%$ en volumen, y un aditivo fluidificante-retardador que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 6.4.1.
- e) La razón agua/cemento máxima del hormigón no excederá de 0,45 en masa.
- f) El asentamiento del hormigón (IRAM 1536) estará corrientemente comprendido entre 15,0 y 18,0 cm con mínimos y máximos ocasionales de 13 cm y 20,0 cm, respectivamente.
- g) El tiempo de mezclado mecánico mínimo será de 2 minutos.
- h) La resistencia característica a la edad de 28 días, no será menor de 21 MN/m² (210 kgf/cm²). El curado de las probetas se realizará de acuerdo con lo especificado en la norma IRAM 1524, curado normalizado.

- i) Durante las operaciones de colocación, el hormigón escurrirá como masa macroscópicamente homogénea y de elevada cohesión, capaz de proporcionar una textura cerrada aunque el material no sea sometido a proceso alguno de compactación.
- j) La extracción de muestras para realizar los ensayos de control de calidad se realizará inmediatamente antes de colocar el hormigón en la tolva existente en la parte superior de la tubería de conducción del material.

6.7. BARRAS Y MALLAS DE ACERO PARA ARMADURAS

- a) Las barras , mallas y cables de acero utilizadas en la construcción de estructuras de hormigón armado, cumplirán los requisitos establecidos en las siguientes normas IRAM-IAS:
 - IRAM-IAS U 500-502 - Barras de acero de sección circular, para hormigón armado. Laminadas en caliente.
 - IRAM-IAS U 500-528 - Barras de acero conformadas, de dureza natural, para hormigón armado.
 - IRAM-IAS U 500-671 - Barras de acero conformadas, de dureza mecánica para hormigón armado. Laminadas en caliente y torsionadas o estiradas en frío.
 - IRAM-IAS U 500 - 06 - Mallas de acero para hormigón armado.
- b) En la Tabla 10 se reproducen la identificación de los distintos tipos de acero y las principales características físicas y mecánicas, establecidas en cada una de las normas indicadas precedentemente. (Ver el anexo a este artículo).
- c) Los aceros normalizados cuya identificación y características no se incluyen en esta tabla, podrán utilizarse con autorización especial del Director de Obra, en aquellos casos en que su empleo resulte compatible con las características de servicio de la estructura y se haya justificado satisfactoriamente el método de cálculo utilizado. Ver la Recomendación CIRSOC 201/1.

6.7.1. Aptitud para soldar

- a) El empalme de barras por soldadura podrá hacerse cuando se haya demostrado mediante ensayos que el acero reúne las características necesarias para ello y que éstas no se desmejoran por efecto de la soldadura.

Tabla 10. Tipos de acero para estructuras de hormigón y sus propiedades

Forma de utilización en obra		1	2	3	4	5
		Barras de acero				
Tipo de acero		AL - 220	ADN - 420	ADM - 420	AM - 500	
Elaboración del acero		laminado en caliente sin tratamiento	dureza natural	dureza mecánica	dureza mecánica	
Conformación superficial		Lisa (L)	nervurada (N)	nervurada (N)	barras lisas	barras perfiladas (P) nervuradas (N)
Designación abreviada		I	III DN	III DM	IV L	IV C
1	Diámetro nominal "d _s " (mm)	6 - 8 - 10 - 12 16 - 20 - 25 32 - 40 y 50	6 - 8 - 10 - 12 16 - 20 - 25 32 y 40	6 - 8 - 10 - 12 16 - 20 - 25 32 y 40	3 a 12	3 a 12
2	Límite de fluencia característico β _s (MN/m ²)	≥ 220	≥ 420	≥ 420	≥ 500	≥ 500
3	Resistencia a tracción característica β _z (MN/m ²)	≥ 340	≥ 500	≥ 500	≥ 550	≥ 550
4	Alargamiento de rotura característico δ ₁₀ (%)	≥ 18	≥ 12	≥ 10	≥ 6	≥ 6
5	Esfuerzo de corte de los nudos S en las mallas (kN)	—	—	—	0,175 A _{max} *	0,15 A _{max} *
6	Diámetro del mandril de doblado. Angulo de doblado 180° (mm)	2 d _s	d _s ≤ 25 ; 3,5 d _s 25 < d _s ≤ 32 ; 5 d _s 32 < d _s ≤ 40 ; 7 d _s	3 d _s	4 d _s	4 d _s

* A_{max} = Área de la sección transversal de la barra de mayor diámetro de la unión soldada en mm².

- b) También deberá demostrarse experimentalmente que la resistencia de la unión soldada es por lo menos igual a la de la barra sin soldar. El Director de Obra podrá autorizar en estas condiciones el procedimiento propuesto.
- c) Los trabajos de soldadura serán efectuados exclusivamente por mano de obra especializada. Previamente a la iniciación de los trabajos en obra, el personal será sometido a un examen de competencia para verificar su aptitud.
- Posteriormente, y con la frecuencia que el Director de Obra estime necesaria, se efectuarán controles periódicos.
- d) Ninguna soldadura presentará discontinuidades, poros u otros defectos visibles.

6.8. OTROS MATERIALES

6.8.1. Mortero de cemento pórtland, para juntas

- a) Los morteros de cemento pórtland empleados para la toma de juntas sa tisfarán como mínimo, las siguientes condiciones: el cemento cumplirá las exigencias de la Norma IRAM 1 503, el contenido unitario de cemento no será inferior a 400 kg/m^3 de mortero compactado y como agregado fino se utilizará una arena limpia, de partículas duras y es tables, graduada entre los tamices IRAM 4,75 mm y $150 \mu\text{m}$
- b) Estas condiciones podrán modificarse si mediante ensayos a compresión, efectuados sobre probetas cúbicas de 70,7 mm de arista, se demuestra que la mezcla propuesta, ensayada según la Norma IRAM 1 657 a la edad de 28 días resiste por lo menos 15 MN/m^2 (150 kgf/cm^2).

6.8.2. Elementos de relleno y ladrillos para losas

Los elementos de relleno y ladrillos para losas, de hormigón o material cerámico, tendrán las dimensiones, formas de juntas, textura superficial y propiedades mecánicas que en cada caso se establezcan en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias u otros documentos del proyecto; según el comportamiento previsto en los cálculos estructurales.

ANEXOS AL CAPITULO 6

6.2.1.1. a) CONTENIDO DE AC_3

Los porcentajes de aluminato tricálcico (AC_3) y de ferroaluminato tetracálcico (FAC_4) se calcularán en función de los porcentajes de óxido de aluminio (Al_2O_3) y de óxido férrico (Fe_2O_3) determinados según la Norma IRAM 1504, en base a las expresiones (A.1.), (A.2.) y (A.3.).

- 1) Si la razón entre el porcentaje de Al_2O_3 y el porcentaje de Fe_2O_3 es igual o mayor que 0,64:

$$\% AC_3 = 2,65 . \% Al_2O_3 - 1,692 . \% Fe_2O_3 \quad (A.1.)$$

$$\% FAC_4 = 3,043 . \% Fe_2O_3 \quad (A.2.)$$

- 2) Si la razón entre el porcentaje de Al_2O_3 y el porcentaje de Fe_2O_3 es menor que 0,64 se considera que el porcentaje de AC_3 es nulo y en consecuencia se calcula la solución sólida de ferroaluminato tetracálcico con la expresión (A.3.).

$$\%(FAC_4 + FC_2) = 2,1 . \% Al_2O_3 + 1,702 . \% Fe_2O_3 \quad (A.3.)$$

En estas expresiones los valores de los óxidos se emplean redondeados al 0,01 % más próximo y los de los compuestos calculados se redondean al 0,1 % más próximo.

6.2.2. MEZCLA DE AGLOMERANTES

Para el caso de estructuras que queden expuestas a la vista o que deban ser tratadas arquitectónicamente se tendrán especialmente en cuenta los tipos de terminaciones indicados en el anexo al artículo 12.4. En este caso todo el cemento utilizado será de la misma marca y procedencia y tendrá color uniforme.

La falta de cumplimiento de esta condición será causa suficiente para rechazar el material.

6.2.3. PROVISION Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES AGLOMERANTES

El cemento envasado se conservará en su envase original hasta el momento de su empleo.

Si el cemento se entrega a granel, la carga, transporte y descarga se realizará mediante métodos, dispositivos y vehículos adecuados que impidan su pérdida, y lo protejan completamente contra la acción de la humedad y contra toda contaminación. Se verificará que en los medios de transporte utilizados no queden restos de cargas anteriores o de otros materiales.

El almacenamiento se realizará en locales, depósitos o silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie, de la humedad del suelo y de las paredes y de cualquier otra acción que pueda alterar o reducir su calidad.

6.3.1.1.3. a) EQUIVALENTE DE ARENA (IRAM 1682)

La determinación del equivalente de arena tiene por objeto evaluar la cantidad y actividad de los materiales arcillosos perjudiciales, como medio para apreciar su influencia desfavorable sobre la contracción por secado del mortero de cemento o del hormigón.

6.3.1.2.3. a) ESTABILIDAD DE LAS ROCAS BASÁLTICAS POR INMERSION EN ETILEN-GLICOL

Para el caso de agregados provenientes de la trituración de rocas basálticas su evaluación se completará con la determinación mediante análisis petrográfico de la estructura y textura de la roca y del tipo, cantidad y distribución

de materiales arcillosos. Mediante difracción por rayos X se confirmará la presencia de arcillas expansivas.

Verificada la presencia de minerales arcillosos expansivos, por lo menos cinco muestras distintas del agregado correspondiente a otras tantas muestras de roca obtenidas de diferentes lugares de cada zona o yacimiento de extracción, serán sometidas al ensayo de inmersión en etilén-glicol para constatar su estabilidad.

El ensayo podrá darse por terminado a los 15 días si la pérdida de masa excede el valor especificado.

6.3.2.1. CURVAS GRANULOMETRICAS

En este Reglamento se dan las granulometría con tamices de la serie de tamices suplementaria R 40/3 de la Norma IRAM 1501, parte II. La figura A.1. re

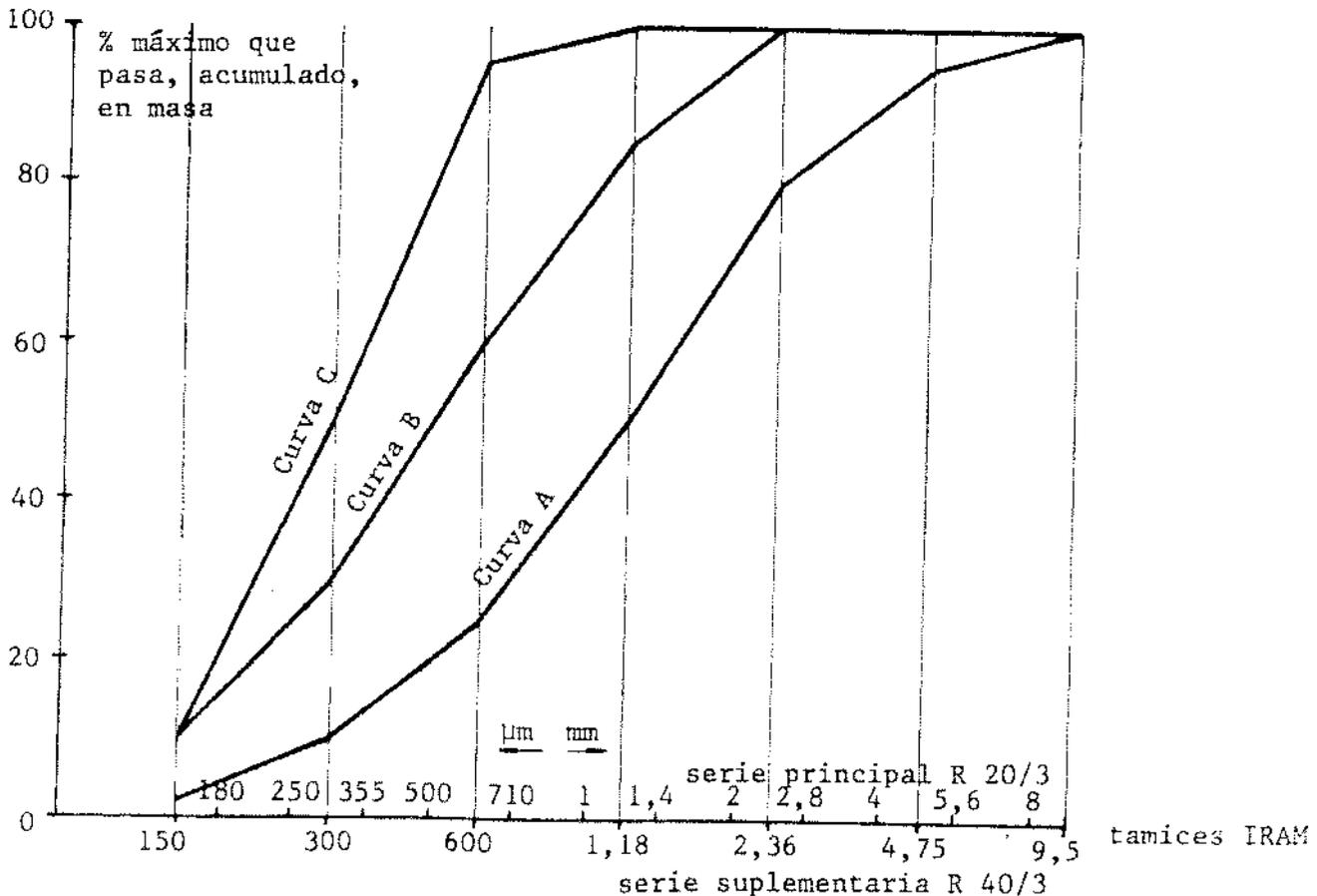


Figura A.1. Curvas granulométricas del agregado fino

presenta las curvas A, B y C para el agregado fino. La figura A.2. representa las curvas granulométricas del agregado grueso para los tamaños nominales 37,5 a 4,75 mm y 13,2 a 4,75 mm. En ambas figuras se indican en escala los tamices de la serie principal de tamices R 20/3 de la Norma IRAM 1501, parte II.

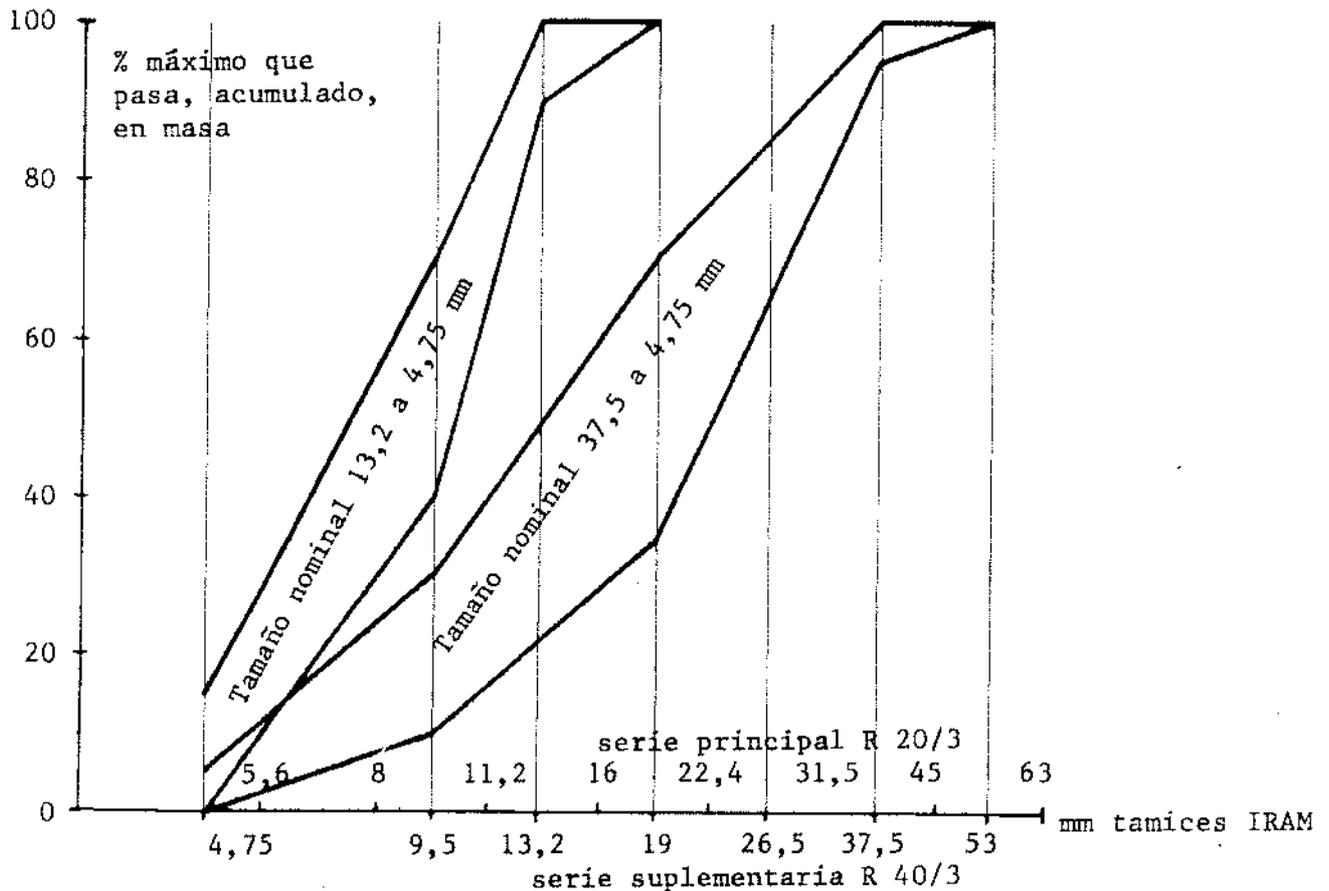


Figura A.2. Granulometría del agregado grueso

6.3.3. PROVISION Y ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS

Para evitar la contaminación y reducir la segregación, las pilas de agregados se constituirán por capas horizontales de espesores no mayores de 1,50 m. La primera capa se colocará sobre otra de apoyo del mismo material, de un espesor mínimo de 30 cm que no se empleará para la elaboración del hormigón. Antes de iniciar la colocación de los materiales en una nueva capa, deberá haberse completado la capa anterior. Antes de su medición e ingreso a la hormigonera, la arena húmeda se dejará escurrir durante el tiempo que resulte necesario para que el contenido de humedad superficial sea suficientemente uniforme y no exceda del 8%.

En el momento de la medición para su introducción en la hormigonera, el contenido de humedad superficial del agregado grueso será suficientemente uniforme como para que el asentamiento del hormigón (IRAM 1536) de distintos pastones no sufra variaciones mayores de $\pm 2,5$ cm.

La cantidad de agregados almacenados en obra será la suficiente para efectuar en forma continua y sin interrupciones el hormigonado de las estructuras, o partes de ella que se disponga efectuar.

6.4.1. ADITIVOS QUIMICOS

Con la información suministrada por el fabricante, con anticipación suficiente a la fecha de hormigonado, se efectuarán las pruebas necesarias para verificar la aptitud de empleo del aditivo con el conjunto de materiales que compondrán la mezcla.

Aprobado por el Director de Obra un determinado producto no se permitirá substituirlo por otro de distinto tipo o marca sin una nueva autorización escrita previa.

Cuando se utilicen aditivos con mayor capacidad de reducción de agua (superfluidificantes) con el propósito de fluidificar el hormigón, deberá tenerse en cuenta que el efecto producido desaparece en poco tiempo. En consecuencia, deberá preverse su colocación y compactación inmediatamente después del mezclado.

6.5. CONTENIDO DE CLORUROS DEL AGUA

El contenido total de cloruros podrá determinarse por alguno de los siguientes procedimientos:

- 1) Sobre una muestra de agua constituida por una mezcla rigurosamente agitada, del agua, agregados húmedos y aditivos en las proporciones correspondientes al hormigón en estudio.
- 2) Por separado sobre cada uno de los materiales componentes del hormi-

gón: agua, agregado fino, agregado grueso y aditivo, calculando el contenido total en base a las proporciones con que intervienen en la mezcla.

6.6.2.1. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGÓN

- a) En casos particulares puede también ser necesario establecer la resistencia del hormigón a una edad menor de 28 días, con el fin de satisfacer condiciones especiales de sollicitación, como en el caso del transporte de elementos premoldeados, desencofrado a menor edad, etc. A la inversa, en otros casos puede ser necesario establecer edades mayores de 28 días, como al emplear cementos de endurecimiento más lento que el de los cementos normales.
- b) Se define como resistencia característica del hormigón de una determinada Clase, ensayado a una edad establecida, a aquella resistencia por debajo de la cual puede esperarse que se encuentre el 5,0% del total de resultados disponibles de los ensayos de resistencia del hormigón de la Clase especificada. Cada resultado de ensayo corresponderá a hormigón proveniente de un pastón distinto.

Se entenderá por resultado de un ensayo al promedio de las resistencias de las probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad (mínimo dos probetas por edad). Para ellas deberá cumplirse que la diferencia entre las dos resistencias extremas del mencionado grupo, sea menor del 15% de la resistencia media de las probetas que lo constituyen. Si dicho valor resultara excedido, se investigarán los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas y se adoptarán, en forma inmediata, las medidas necesarias para obtener resultados en concordancia con la exigencia establecida anteriormente.

6.6.2.1. a) CALCULO DE LA RESISTENCIA CARACTERISTICA Y DE LA DESVIACION NORMAL DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL HORMIGON DE OBRA

Cuando sea necesario calcular los valores de la resistencia característica (σ'_{bk}) y de la desviación normal (s) se procederá en la forma que sigue, empleándose los resultados de los ensayos de resistencia de rotura a compresión.

Se emplearán todos los resultados disponibles correspondientes a la misma Clase (resistencia) de hormigón y edad de ensayo. No se eliminará resultado alguno, salvo el caso en que pueda probarse que durante las etapas de extracción de muestras, y de moldeo, curado o ensayo de las probetas se han cometido errores groseros.

Los cálculos se realizarán en la forma que se detalla en los artículos 1) y 2) que siguen. Los primeros resultados de orientación podrán obtenerse si se dispone de por lo menos dieciséis resultados de ensayos. Mayor grado de confianza se obtendrán si el número de resultados disponibles menos uno es mayor de treinta. Para condiciones normales de producción, el que acaba de indicarse será el número mínimo de resultados a emplear para calcular s y σ'_{bk} .

1) Cálculo de la desviación normal (s)

Se calculará la media aritmética de las resistencias de rotura individuales de las probetas moldeadas con hormigón proveniente de la misma muestra y ensayadas a la misma edad. Dicho valor promedio constituye el resultado (σ'_{bi}) de un ensayo (ver el anexo al artículo 6.6.2.1.b), debiendo cumplirse la exigencia establecida en el mencionado anexo)

Se promediarán los valores (σ'_{bi}) de los resultados de los ensayos para obtener la resistencia media (σ'_{bm}).

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sigma'_{b1} + \sigma'_{b2} + \sigma'_{b3} + \dots + \sigma'_{bn}}{n} \quad (A.4)$$

siendo:

n el número de ensayos.

Se calculará la desviación normal (s) mediante la expresión (A.5) o expresión equivalente

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma'_{bi} - \sigma'_{bm})^2}{n - 1}} \quad (A.5)$$

Si el número de ensayos es mayor de treinta, el denominador $(n - 1)$ podrá reemplazarse por n . Los valores σ'_{bi} se expresarán en MN/m^2 (redondeados al $0,1 \text{ MN/m}^2$ más próximo). Los valores σ'_{bm} y s resultan en MN/m^2 y deberán redondearse al $0,1 \text{ MN/m}^2$ más próximo.

2) Cálculo de la resistencia característica

Si el número de ensayos menos uno es mayor de treinta, la resistencia característica se calculará con la expresión (A.6).

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,65 \cdot s \quad (\text{A.6})$$

siendo:

- σ'_{bk} la resistencia característica del hormigón (MN/m^2);
- σ'_{bm} la media aritmética de los resultados de los ensayos de resistencia (MN/m^2);
- s la desviación normal (MN/m^2)

Los valores de σ'_{bm} , s y σ'_{bk} deberán redondearse al $0,1 \text{ MN/m}^2$ más próximo.

Si el número de ensayos menos uno es menor o igual que 30, el coeficiente $k = 1,65$ contenido en la expresión (A.6.) deberá ser reemplazado por el que corresponda de los que figuran en la Tabla A.1.

Tabla A.1. Coeficiente k

Número de ensayos menos uno	Coeficiente k que deberá reemplazar a 1,65
15 y 16	1,75
17	1,74
18 y 19	1,73
20 a 22	1,72
23 a 26	1,71
27 a 30	1,70
mayor de 30	1,65

6.6.3.5. CONTENIDO DE MATERIAL PULVERULENTO QUE PASA EL TAMIZ IRAM 300 μm

La incorporación de una cantidad adecuada de partículas finas de las características y tamaño descritos, es especialmente importante en el caso de los hormigones que deben ser transportados a largas distancias o por bombeo. También para estructuras de paredes delgadas y fuertemente armadas, y en el caso de hormigones de elevada impermeabilidad.

En el caso de hormigones que tengan aire intencionalmente incorporado en su masa, el contenido de material pulverulento puede ser adecuadamente reducido.

Un contenido excesivo de material pulverulento afectará en forma perjudicial a las características de los mencionados hormigones.

6.6.3.10. CONSISTENCIA DEL HORMIGON

Los asentamientos indicados en d) y e) no tienen validez para el caso de hormigones que se empleen para la construcción de bóvedas y otras estructuras no horizontales. Para ellas se adoptará el asentamiento que permita su más adecuada ejecución, sin exceder los máximos establecidos en el artículo.

6.6.3.11. b) ENSAYOS ACELERADOS DE RESISTENCIA

Como alternativa y siempre que se disponga de evidencias debidamente fundamentadas que a juicio del Director de Obra justifiquen su empleo, podrán realizarse curados acelerados que permitan predecir, con un grado de correlación aceptable a juicio del Director de Obra, las resistencias correspondientes a la edad de 28 días mediante ensayos realizados a una edad menor.

6.6.3.11.2. a) 1) ALTERNATIVA EN EL CASO DE SEIS O MAS PASTONES

Como alternativa de lo dispuesto en el primer párrafo del inciso a) 1) del Reglamento, y siempre que se disponga de por lo menos treinta resultados consecutivos de ensayos, los valores indicados en la columna (4) de la Tabla 3 podrán sustituirse por los valores que, para cada caso, resulten de calcular la expresión $(\sigma'_{bk} + 0,953. s)$. En esta expresión σ'_{bk} es el valor de la resistencia característica especificada, y s es la desviación normal correspondiente al total de resultados disponibles correspondientes a la Clase o tipo de hormigón de que se trate, hasta el momento de realizar la verificación. El valor de s se calculará mediante la expresión (A.5.) dada en el anexo al artículo 6.6.2.1., y se aplicará previo conocimiento y aprobación del mismo por el Director de Obra.

6.6.3.11.2. a) 1) CALCULO DE LA RESISTENCIA MEDIA DE LAS SERIES DE TRES RESULTADOS CONSECUTIVOS DE ENSAYO

Si se designa con σ'_{b1} ; σ'_{b2} ; σ'_{b3} ; σ'_{b4} ; σ'_{b5} ; σ'_{b6} ; a los resultados consecutivos correspondientes a los ensayos de resistencia realizados, las resistencias medias correspondientes a cada serie de tres ensayos consecutivos, para todas las series que puedan formarse con los resultados disponibles, serán:

$$\frac{\sigma'_{b1} + \sigma'_{b2} + \sigma'_{b3}}{3}; \frac{\sigma'_{b2} + \sigma'_{b3} + \sigma'_{b4}}{3}; \frac{\sigma'_{b3} + \sigma'_{b4} + \sigma'_{b5}}{3}; \text{ etc.}$$

Cada resultado de ensayo, de acuerdo con lo establecido en el anexo al artículo 6.6.2.1.b), es el promedio de las resistencias de las probetas (por lo menos dos probetas) moldeados con la misma muestra de hormigón y ensayado a la misma edad.

6.6.5.2. HORMIGON DE ELEVADA IMPERMEABILIDAD

Ni el hormigón ni sus materiales componentes contendrán cloruros, nitratos, ni otras sustancias, en cantidades que puedan facilitar la corrosión de las armaduras (ver el artículo 6.5.).

6.6.5.4. f) ATAQUE PROVOCADO POR UN MEDIO ACIDO

En general, el hormigón de cemento pórtland no tiene las condiciones necesarias para resistir un ataque provocado por el contacto permanentemente con la mayoría de los ácidos orgánicos o inorgánicos. Si el ataque es débil o intermitente, un hormigón denso, de razón agua/cemento máxima igual a 0,40 estará en mejores condiciones para resistir la agresión, aunque la durabilidad de la estructura a lo largo del tiempo sólo podrá asegurarse protegiéndola del contacto con el medio ácido mediante su recubrimiento con películas, membranas o materiales impermeables capaces de sellar la estructura y resistir la agresión (pinturas bituminosas, resinas epoxi, acero inoxidable, etc.). El revestimiento o tratamiento a aplicar en cada caso deberá ser indicado por un profesional especializado, a juicio del Director de Obra.

6.6.5.5. HORMIGON EXPUESTO A ABRASION

Para casos especiales en que la estructura estará expuesta a una abrasión muy severa, el hormigón en contacto con el medio abrasivo podrá contener un agregado grueso artificial como el carburo de silicio (carborundum). Las partículas del agregado grueso tendrán una superficie moderadamente rugosa y no contendrán cantidades excesivas de lascas y partículas alargadas. La curva granulométrica se acercará, tanto como sea posible, a la curva límite superior de tamaño correspondiente al tamaño máximo de que se trate.

6.6.5.6. b) COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA DE LOS AGREGADOS

Se preferirán, de acuerdo con la importancia de la temperatura en las condiciones de servicio, en orden decreciente, los agregados naturales constituidos por: 1) materiales calcáreos (caliza, dolomita), 2) materiales feldespáticos (basalto, diabasa), 3) granito, arenisca, cuarcita, gneis y 4) materiales silíceos (cuarzo, chert).

Los agregados artificiales como la arcilla expandida por coacción, escoria de altos hornos, escoria expandida, etc., poseen condiciones iguales o superiores a las de los agregados naturales de mejores características, frente a la acción de las temperaturas elevadas.

6.7. b) BARRAS Y MALLAS DE ACERO PARA ARMADURAS. REQUISITOS

Además de los requisitos establecidos en la Tabla 10, cuando el tiempo de carga actuante, las características de la estructura o el método constructivo lo justifiquen, podrán establecerse, por convenio previo entre productor y usuario, las siguientes exigencias complementarias:

- 1) Resistencia a la fatiga según la Disposición CIRSOC 251.
- 2) Ensayo de doblado y desdoblado según la norma IRAM-IAS U 500-91.

CAPITULO 7. VERIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS EMPLEADOS PARA CONSTRUIR LAS ESTRUCTURAS

ENSAYOS A REALIZAR

7.1. DISPOSICIONES GENERALES

- a) El presente capítulo se refiere a los ensayos que deben realizarse sobre el hormigón y sus materiales componentes antes, durante y después de finalizada la ejecución de las estructuras. Asimismo se indican la oportunidad y la forma en que deben realizarse los ensayos.
- b) La verificación de las características y calidad de los materiales y elementos se realizará por medio del Control de Producción y el Control de Aceptación (ver el artículo 2.4.). Ambos controles se complementan.
- c) Los ensayos de control de producción serán realizados bajo la responsabilidad del Representante Técnico del Constructor o del Director Técnico del Proveedor, según corresponda.
- d) Los ensayos y estudios necesarios para realizar el control de acceptación de los materiales, elementos y estructuras, y el juzgamiento de los correspondientes resultados con el fin de decidir la aceptación o el rechazo de aquéllos, según corresponda, se efectuarán bajo la total responsabilidad del Director de Obra.
- e) Con anticipación suficiente al momento de iniciación de la construcción de las estructuras, durante el proceso constructivo de las mismas y, cuando ello resulte necesario, también con posterioridad a la fecha de finalización de su ejecución, se realizarán ensayos, estudios e inspecciones sobre los materiales y elementos empleados para construirlas.
- f) Los resultados de todos los estudios y ensayos realizados para dar cumplimiento a lo establecido en los incisos anteriores, se anotarán clara y ordenadamente en registros especialmente dedicados al efecto, consignando toda la información necesaria para asegurar el conocimiento de fechas, resultados de los estudios y ensayos realizados, identificación de las muestras y probetas, del lugar de su extracción, condiciones de curado de las probetas y demás circunstancias que contribuyan al mejor conocimiento de los hechos y condiciones vinculados

a las tareas realizadas.

- g) Las tomas de muestras de los materiales y elementos, se realizarán de acuerdo con los correspondientes métodos contenidos en las normas IRAM, en las condiciones que en cada caso establezca este Reglamento.
- h) Corresponde al Director de Obra decidir respecto de la realización de otros estudios y ensayos no explícitamente previstos en este Reglamento, y la frecuencia con que los mismos deben realizarse.
- i) Los materiales y elementos constructivos que en el momento de su recepción, por reunir las características y condiciones especificadas, hubiesen sido aceptados, pero que posteriormente han estado almacenados durante un tiempo prolongado o presentan signos de alteración o de degradación, a juicio del Director de Obra, deberán ser cuidadosamente estudiados y ensayados antes de su empleo en obra, con el fin de verificar si durante el mencionado período de almacenamiento han sufrido deterioros o acciones perjudiciales que tornen inconveniente su empleo.

En caso de comprobarse dichas anomalías, los materiales y elementos deficientes no se emplearán para la construcción de las estructuras.

- j) Podrá rechazarse el hormigón o las estructuras si se descubren defectos o faltas de cumplimiento de las condiciones establecidas en este Reglamento (vicios ocultos), aunque durante la ejecución de los trabajos no se hubiesen detectado deficiencias de calidad respecto de la especificada para los materiales o elementos constructivos y para el hormigón ni deficiencias en la ejecución de las estructuras.

7.2. MATERIALES COMPONENTES DEL HORMIGÓN Y OTROS EMPLEADOS DURANTE SU PREPARACION Y TRATAMIENTOS POSTERIORES

- a) Con suficiente anticipación al momento de iniciación de las tareas de ejecución de las estructuras se procederá a identificar las características de los materiales componentes del hormigón y también de los que se empleen durante el proceso constructivo de las estructuras. Al efecto, se realizarán los ensayos necesarios para verificar si los mismos cumplen los requisitos de calidad especificados en el Capítulo 6 y demás capítulos de este Reglamento.

b) Posteriormente a la iniciación de las tareas de ejecución de las estructuras, de acuerdo con el volumen e importancia de éstas, y con los resultados de los ensayos realizados hasta el momento, el Director de Obra decidirá en qué oportunidad de las que se indican a continuación, se realizarán ensayos para verificar las características de los materiales componentes del hormigón y también de otros materiales a emplear en obra:

- al llegar cada nueva partida a obra,
- cuando cambie la fábrica, yacimiento o fuente de abastecimiento del material,
- cuando se observan anomalías en los resultados de ensayo de los materiales o del hormigón,
- cuando a su sola determinación lo establezca el Director de Obra.

7.2.1. Cementos, aditivos químicos y adiciones minerales pulverulentas

En el caso de los materiales que, como el cemento pórtland y los aditivos, llegan a obra envasados, al recibir cada nueva partida se verificará, además de las características establecidas en el artículo 7.2.3. si la información que figura en el envase concuerda con el tipo y características del material solicitado.

En el caso de materiales recibidos a granel se verificará, en igual forma, la información contenida en el remito.

7.2.2. Agregados

Además de las circunstancias enumeradas más arriba, deberán realizarse inspecciones visuales frecuentes de los agregados, a los efectos de observar sus granulometrías y demás propiedades significativas. En caso de dudas, deberán realizarse ensayos con el fin de verificar si los materiales poseen las características especificadas.

Cuando este Reglamento establezca, especialmente para los hormigones del grupo H-II y para los de características y propiedades especiales (ver los artículos 6.6.4.2. b) y 6.6.5.), que la arena debe tener una curva granulométrica comprendida dentro de los límites A y B indicados en las especificaciones técnicas correspondientes a este material (ver el artículo 6.3.2.1.1.), periódicamente y con una frecuencia no menor de una vez por semana, se verificará mediante ensayos el cumplimiento de la exigencia indicada

7.3. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND. ENSAYOS Y ESTUDIOS PREVIOS A LA EJECUCION DE LAS ESTRUCTURAS

7.3.1. Procedimientos de ensayo

Los métodos de ensayo correspondientes al hormigón de cemento pórtland serán los establecidos en las respectivas normas IRAM que se indiquen en cada caso y en lo que al respecto establezca este Reglamento.

7.3.2. Objeto y condiciones de los estudios y ensayos previos

- a) El objeto de estos estudios y ensayos previos es verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas referentes a los materiales componentes del hormigón y determinar en qué proporciones deben mezclarse los mismos con el fin de asegurar que, con los materiales disponibles y la consistencia (asentamiento) necesaria, el hormigón puede ser adecuada y confiadamente colocado en las condiciones correspondientes a las de la estructura que debe ejecutarse y, además, que alcanzará las características y propiedades requeridas y especificadas para el mismo, en las condiciones de servicio.

(Ver el anexo a este artículo).

- b) Los materiales componentes y las proporciones del hormigón serán las necesarias para que el mismo tenga:
- 1) La consistencia y trabajabilidad requeridas para su adecuado escurrimiento entre las barras de las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, especialmente sus vértices y aristas, mediante los métodos de transporte, colocación y compactación empleados para la ejecución de la estructura. Además, durante las operaciones de moldeo, no deberá producirse la segregación del hormigón, ni una excesiva acumulación de agua y lechada en la superficie superior de los elementos estructurales.
 - 2) La resistencia mecánica y demás características especificadas para el hormigón endurecido.
 - 3) Las condiciones necesarias para la protección máxima de las armaduras contra la corrosión, y la durabilidad requerida para resistir las condiciones o la agresividad del medio ambiente del lugar de emplazamiento de la estructura.
 - 4) Las demás características requeridas por cada tipo particular de estructura expuesta a las condiciones de servicio.

c) Podrá prescindirse de la realización de los estudios y ensayos previos a la ejecución de las estructuras, que exigen la preparación de pastones de prueba del hormigón en laboratorio, siempre que existan evidencias suficientes, respaldadas por resultados fehacientes a satisfacción del Director de Obra, de uno o más de los hechos siguientes:

- el Constructor ha realizado los estudios y ensayos pertinentes en el laboratorio destinado al control de producción del hormigón o en otro laboratorio de condiciones y características similares;
- se empleará hormigón elaborado y el productor dispone de los resultados de los estudios y ensayos por él realizados ;
- las características y propiedades especificadas para el hormigón con que se ejecutará la nueva estructura, se han obtenido en estructuras anteriores construídas por el mismo Constructor, trabajando con el mismo equipo, en las mismas condiciones de trabajo y de control de calidad, empleando hormigones de la misma composición y preparados con los mismos materiales.

7.3.3. Determinación de la composición del hormigón de densidad normal

- a) La composición del hormigón y las proporciones de cada uno de sus materiales componentes, se determinarán preferentemente en forma experimental, mediante los estudios y ensayos previos necesarios que permitan tener en cuenta las características y propiedades de los materiales componentes, las particularidades y exigencias de la estructura en las condiciones de servicio, y las condiciones del medio ambiente del lugar de emplazamiento de la estructura. Cuando se proceda en la forma descrita, se convendrá en denominar al método "Determinación racional de la composición del hormigón". Ver el artículo 7.3.3.1.
- b) La composición de los hormigones del Grupo H-I (artículo 6.6.2.3.1.a) y b)) que no contengan aditivos químicos ni adiciones minerales pulverulentas que deban considerarse como parte del material ligante del hormigón; los que no contengan cementos cuya velocidad de endurecimiento sea menor que la correspondiente al cemento normal, y los que no requieran poseer características y propiedades especiales (artículo 6.6.5.), con la excepción establecida en el artículo 6.6.2.3.1.b), podrá establecerse en forma empírica, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 4 del artículo 6.6.3.3.b) y disposiciones especiales con-

tenidas en el artículo 7.3.3.2., o en forma racional mediante estudios y ensayos previos, de acuerdo con lo establecido en el inciso anterior a).

- c) La composición de los hormigones del Grupo H-II (artículo 6.6.2.3.2.) se determinará únicamente en forma racional, mediante estudios y ensayos previos.

7.3.3.1. Determinación racional de la composición del hormigón

- a) Para la determinación racional de la composición del hormigón se empleará cualquier método conocido basado en la razón agua/cemento de la mezcla, con tal de que dicho método provenga de una fuente de reconocida autoridad en la materia, exista suficiente experiencia sobre su aplicación y permita obtener los resultados deseados.
- b) El hormigón se proyectará de modo tal que su resistencia media de rotura a compresión (σ'_{bm}), a la edad de 28 días o edad a la que se ha especificado la resistencia característica (σ'_{bk}) del mismo, exceda el valor de ésta en lo necesario para tener en cuenta las variaciones inevitables de la resistencia, que se producirán en obra durante el proceso constructivo de las estructuras.

Existen tres posibilidades para determinar el valor medio de resistencia σ'_{bm} para hormigones del grupo H-I, explicadas en el anexo. Para hormigones del grupo H-II y para los de características y propiedades especiales el valor de σ'_{bm} se calculará con la expresión (3).

$$\sigma'_{bm} = \sigma'_{bk} + 1,65 \cdot s \quad (3)$$

donde s es el valor de la desviación normal de los resultados de los ensayos de resistencia. (Ver el anexo a este artículo).

- c) La razón agua/cemento con que deberá proyectarse el hormigón será la menor de las dos siguientes:
- La necesaria para alcanzar la resistencia media de dosificación establecida de acuerdo con lo expuesto en el inciso anterior b).
 - La máxima especificada en el artículo 6.6.3.9. y en los artículos 6.6.5.1. a 6.6.5.7. por razones de durabilidad o por otros motivos.
- d) La razón agua/cemento necesaria para obtener la resistencia media de dosificación establecida en base a las consideraciones expuestas en

el inciso b) exige el conocimiento, para el conjunto de materiales disponibles que se emplearán en obra, de la relación experimental que existe entre la resistencia media de rotura a compresión y la razón agua/cemento del hormigón. Ello puede obtenerse mediante la preparación de pastones de prueba y el trazado de curvas que vinculen, para las edades requeridas o especificadas, las dos variables mencionadas. (Ver el anexo a este artículo).

- e) Una vez adoptada la razón agua/cemento que satisfaga las condiciones de resistencia y durabilidad especificadas (ver el inciso c) se procederá a determinar la composición de cada clase o tipo de hormigón a emplear en obra. Las proporciones de cada uno, tal como resulta de los estudios experimentales de laboratorio realizados constituirá la "fórmula tipo" de cada hormigón. (Ver el anexo a este artículo).
- f) Con el objeto de verificar el asentamiento, el porcentaje de aire incorporado (si corresponde), la resistencia media de dosificación calculada y demás características del hormigón que interesen, de cada "fórmula tipo" se prepararán pastones, en el laboratorio, con los que se moldearán por lo menos tres probetas por edad de ensayo. En caso de que al realizar los ensayos no se alcancen las exigencias especificadas, se modificará la composición de la mezcla y se repetirán los ensayos hasta obtener los resultados deseados.
- g) Antes de iniciar la construcción de las estructuras, y con anticipación suficiente, el Constructor someterá a la aprobación del Director de Obra la siguiente información detallada, conteniendo los resultados de todas las justificaciones experimentales necesarias correspondientes a los estudios y ensayos previos realizados para determinar racionalmente la composición de cada clase o tipo de hormigón a emplear en obra. A saber:
 - 1) Naturaleza, tipo, características, yacimiento de origen, marca, etc. de cada material empleado para preparar el hormigón.
 - 2) Información relacionada con la justificación de la desviación normal adoptada para calcular la resistencia media de dosificación de cada clase de hormigón.
 - 3) Detalles completos de los estudios, ensayos y pastones de prueba preparados, y resultados obtenidos, para llegar a determinar la composición de cada hormigón estudiado.

- 4) Cantidades de cada uno de los materiales componentes, necesarios para preparar un metro cúbico de hormigón compactado, expresadas en kg/m^3 .

7.3.3.1.1. Reemplazo de los resultados obtenidos al ensayar los pastones de prueba preparados en laboratorio, por resultados obtenidos en obra, con hormigones empleados para la construcción de estructuras ejecutadas anteriormente.

- a) La exigencia de preparación de pastones de prueba de los hormigones en laboratorio, necesarios para apreciar, entre otras características, la trabajabilidad de las mezclas y la relación que existe entre la resistencia media de rotura a compresión y la razón agua/cemento, para el conjunto de materiales disponibles que se emplearán en obra (ver el artículo 7.3.3.1.d); podrá reemplazarse por información fehaciente y satisfacción del Director de Obra, de resultados de ensayos correspondientes a los hormigones empleados por el Constructor para construir estructuras anteriores, dentro de los 12 meses previos a la fecha de ejecución de la nueva estructura.
- b) Los resultados de ensayos deben corresponder a hormigones de composición y materiales componentes similares a los que se emplearán en la estructura a construir, empleando los mismos equipos de trabajo, las mismas condiciones de elaboración y de control de calidad, y resistencias características que no difieran más de $\pm 7,0 \text{ MN}/\text{m}^2$ ($70 \text{ kgf}/\text{cm}^2$) respecto a la especificada para la estructura a ejecutar.
- c) La composición de cada clase o tipo de hormigón que el Constructor proponga emplear en base a los resultados de ensayos correspondientes a hormigones empleados para construir estructuras anteriores, deberá ser sometida, con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, a la consideración del Director de Obra para su aprobación. En la misma oportunidad entregará la información detallada referente a los resultados de los ensayos correspondientes a las estructuras ejecutadas anteriormente, y los que sean necesarios para calcular la desviación normal s de los ensayos de resistencia, en número de por lo menos 30 resultados correspondientes a otras tantas muestras elegidas al azar del hormigón de la misma clase o tipo. En caso contrario como valor de s se adoptará, para los hormigones del

Grupo H-I, el que corresponda de los establecidos en el anexo al artículo 7.3.3.1.b).

Los mencionados resultados de ensayos deben permitir demostrar que las proporciones propuestas por el Constructor para cada clase de hormigón, producirán mezclas que cumplirán todas las exigencias referentes a resistencias mecánicas y demás características especificadas en este Reglamento. Las razones agua/cemento necesarias para alcanzar una determinada resistencia media de dosificación podrán establecerse directamente, a partir de la información suministrada correspondiente a la ejecución de la estructura anterior, o por interpolación.

7.3.3.1.2. Preparación de pastones de prueba en escala de obra y realización de ensayos para comprobar las características de los hormigones preparados

- a) Una vez acopiados los materiales en obra y disponiendo del equipo de trabajo en condiciones de ser empleado en ella, el Constructor pondrá en conocimiento del Director de Obra la oportunidad en que procederá a preparar pastones de prueba en escala de obra, y realizar los correspondientes ensayos, con el fin de comprobar si con el equipo disponible y con los materiales acopiados y aprobados, y realizando los ajustes que resulten necesarios en las proporciones de las "fórmulas tipo" de cada clase o tipo de hormigón a emplear en obra, es posible reproducir los resultados obtenidos en los estudios y ensayos previos realizados en laboratorio y cumplir, a satisfacción del Director de Obra, y antes de iniciar la construcción de las estructuras, las exigencias y especificaciones establecidas en este Reglamento. La preparación de los pastones de prueba y la realización de los ensayos se efectuarán en presencia del Director de Obra o de su representante autorizado.

Las proporciones reajustadas de cada "fórmula tipo" que produzcan resultados satisfactorios, constituirán las correspondientes "fórmulas de obra".

- b) Los ensayos en escala de obra a que se ha hecho referencia en a) se realizarán preparando pastones de igual volumen que los que se prepararán normalmente durante la ejecución de las estructuras, empleando las mismas instalaciones, equipos de trabajo, personal y procedimientos que el Constructor empleará en obra. (Ver el anexo a este artí-

culo).

- c) Los ensayos mínimos que deberán efectuarse son los que se indican en el artículo 7.4.3. Los mismos serán realizados por el Constructor, bajo supervisión del Director de Obra. Como mínimo se prepararán tres pastones de prueba, debiendo moldearse por lo menos cuatro probetas por pastón para realizar ensayos de resistencia a compresión. Dos de las probetas de cada pastón se ensayarán a la edad establecida para determinar la resistencia característica, que generalmente es de 28 días. Las otras dos se ensayarán a una edad menor, a indicación del Director de Obra.

Las probetas se moldearán, curarán, prepararán para ensayo y ensayarán a compresión de acuerdo con lo especificado en este Reglamento para realizar los ensayos de control de calidad (ensayos de aceptación). Ver el artículo 7.4.

- d) El promedio de las resistencias de las seis probetas ensayadas a la edad de 28 días o edad establecida para obtener σ'_{bk} deberá ser igual o mayor que la resistencia media de dosificación (ver el artículo 7.3.3.1.b) y el anexo a dicho artículo), y permitirá obtener la resistencia característica especificada.

No se autorizará la preparación de Clase o tipo alguno de hormigón, ni la ejecución de estructura alguna, si previamente no se ha dado cumplimiento a lo establecido en los incisos anteriores, con resultados que satisfagan las condiciones establecidas por este Reglamento y demás documentos del proyecto.

- e) La obtención de resultados satisfactorios para los estudios en escala de obra correspondientes a cada Clase o tipo de hormigón, implicará la aprobación de la correspondiente "fórmula de obra". Dicha aprobación será otorgada por el Director de Obra.

7.3.3.2. Determinación empírica de la composición del hormigón

- a) La composición de los hormigones del Grupo H-I (Clases de resistencia H-4; H-8; H-13 y H-17) que cumplan las condiciones establecidas en el artículo 7.3.3.b) podrá establecerse también en forma empírica, en las condiciones especificadas en la tabla 4 del artículo 6.6.3.3.b) y en el presente artículo 7.3.3.2.
- b) Cumplirán las condiciones que les sean aplicables del artículo 6.6.3.

- c) Los agregados finos y gruesos serán de densidad normal. La proporción de arena natural de partículas redondeadas, respecto del total de agregados de superficie seca, estará comprendida, para agregados gruesos de tamaños máximos desde 13,2 mm a 26,5 mm, entre aproximadamente el 50 % y el 40 % en masa; y para tamaños máximos desde 26,5 mm a 53,0 mm, entre aproximadamente el 42 % y el 34 % en masa. Las proporciones relativas de agregados finos y gruesos se ajustarán de acuerdo con lo necesario para que el hormigón reúna las condiciones establecidas en el artículo 7.3.2. b).

Además, los agregados finos y gruesos cumplirán las condiciones especificadas en el artículo 6.6.3.6:

- d) El contenido total de agua de mezclado será el mínimo indispensable para obtener el asentamiento necesario para la adecuada colocación y compactación del hormigón. En ningún caso el asentamiento será mayor de 15 cm.

Los hormigones en los que sea visible una segregación excesiva de agua, mortero o agregado grueso, no se emplearán para moldear las estructuras.

- e) El Constructor someterá a la aprobación del Director de Obra, con anticipación suficiente al momento de iniciación de la construcción de las estructuras, las composiciones de cada clase de hormigón a emplear en obra, que constituyen las "fórmulas tipo" de cada una de ellas. En ellas, el contenido de cada material componente del hormigón se expresará en kg/m^3 de hormigón compactado.
- f) Una vez acopiados los materiales en obra, previa autorización del Director de Obra y bajo su inmediata supervisión, el Constructor procederá a realizar ensayos en escala de obra con el fin de comprobar experimentalmente si, con el equipo y personal disponibles y con los materiales y procedimientos a emplear en las operaciones normales de hormigonado, es posible producir hormigones de las Clases previstas que poseen el asentamiento y las condiciones de colocación adecuadas, y que, una vez endurecido, alcancen las resistencias y demás características especificadas.
- g) La preparación de los pastones de prueba en escala de obra y realización de ensayos se debe efectuar de acuerdo con el artículo 7.3.3.1.2.

7.4. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND. CONTROL DE LA CALIDAD Y UNIFORMIDAD DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS ESTRUCTURAS (ENSAYOS DE ACEPTACION)

7.4.1. Disposiciones generales

- a) El objeto de la realización de estos ensayos a medida que se desarrolla el proceso constructivo de las estructuras, es verificar si el hormigón empleado para ejecutarlas reúne las características y propiedades especificadas que definen su calidad, y si las mismas son obtenidas durante las operaciones de obra.
- b) Las tomas de muestras del hormigón fresco se realizarán preferentemente en el momento y lugar de colocación del hormigón en los encofrados, en la forma y condiciones que establece la norma IRAM 1541 y este Reglamento.
- c) Cada muestra de hormigón, excepto que se especifique explícitamente lo contrario, se extraerá de un pastón distinto elegido al azar, o de acuerdo con un plan de muestreo elaborado previamente a la iniciación de las operaciones de hormigonado. Los pastones de los que se extraigan las muestras estarán suficiente pero no uniformemente espaciados. Se evitará que quien realice la extracción elija el pastón por el momento, aspecto, o características del hormigón, apreciados mediante inspección visual. En otras palabras, la muestra elegida no debe resultar influida por circunstancia alguna que no sea el azar.
- d) Las operaciones de extracción de muestras deben realizarse con todo cuidado, de modo que las mismas sean realmente representativas del material cuyas características y propiedades se desean determinar.
- e) La fijación del número total de muestras a extraer para la realización de los ensayos de aceptación es responsabilidad del Director de Obra. En los casos corrientes generales, ello se realizará de acuerdo con los lineamientos que establece este Reglamento, pudiendo apartarse de los mismos en casos particulares, con el fin de tener en cuenta las características de la estructura, la forma, modalidades y cuidados observados durante la etapa de preparación del hormigón, y los resultados más o menos favorables que se hayan obtenido en los ensayos realizados hasta el momento.
- f) En la Documentación Técnica Final correspondiente a la obra, el Di-

rector de Obra deberá certificar que, durante la realización de los trabajos, comprobó tanto la aptitud de los materiales componentes del hormigón, como la aptitud de este material, con que se ejecutó la estructura.

- g) Cuando la cantidad total de hormigón de una determinada clase requerida para la ejecución de la estructura sea de 60 m³ o menor, el Director de Obra podrá prescindir de la obtención de muestras para la realización de ensayos si, a su juicio, dispone de resultados de ensayos previos, que sean suficientemente representativos del hormigón con que se ejecutará la estructura.

7.4.2. Ensayos a realizar y oportunidad de su realización

- a) Durante el proceso constructivo de las estructuras se realizarán ensayos sobre el hormigón fresco (recién mezclado) y sobre el hormigón endurecido, en las oportunidades, formas y con las frecuencias que se indican, respectivamente, en los artículos 7.4.4. y 7.4.5. o cuando a su sola determinación lo disponga el Director de Obra.
- b) Después de ejecutadas las estructuras, se realizarán ensayos cuando las probetas moldeadas no arrojaron resultados satisfactorios o en caso de dudas. Estos ensayos se realizarán sobre testigos extraídos de las estructuras mediante sondas rotativas provistas de coronas de diamante, en la forma establecida en el artículo 7.7., complementados, cuando así lo disponga el Director de Obra, por ensayos no destructivos u otros que permitan obtener la información deseada.
- c) Además de los ensayos corrientes indicados en los artículos 7.4.4. y 7.4.5. para los hormigones frescos y endurecidos, respectivamente, en caso de que el Director de Obra lo considere necesario, podrá disponer la realización de otros ensayos que permitan aportar mayor información sobre las características y calidad del hormigón o de sus materiales componentes, relacionados con las condiciones de ejecución o de servicio de la estructura. El momento de la realización de estos ensayos será decidido por el Director de Obra. (Ver el anexo a este artículo).
- d) La persistencia en la obtención de resultados de ensayos que estén fuera de los valores especificados o de las tolerancias establecidas, será causa suficiente para disponer la paralización inmediata de la colocación del hormigón y ejecución de las estructuras, hasta tanto se subsane la deficiencia observada.

7.4.3. Ensayos mínimos de aceptación del hormigón

- a) Normalmente, los ensayos mínimos a que deben someterse los hormigones de obra, son:

Sobre el hormigón fresco:

- Asentamiento del hormigón fresco (IRAM 1 536) .
- Contenido de aire del hormigón fresco de densidad normal (si corresponde) (IRAM 1 602 ó 1 562) .
- Temperatura del hormigón fresco, en el momento de su colocación en los encofrados.

Sobre el hormigón endurecido:

- Resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón endurecido .

- b) En casos particulares, los hormigones corrientes también podrán ser sometidos a otros ensayos con el fin de apreciar algunas de sus características que interesen especialmente en determinadas estructuras o condiciones de ejecución. En cuanto a los hormigones que deban reunir características y propiedades especiales (ver los artículos 6.6.5.1. a 6.6.5.7.), además de los ensayos mínimos indicados en el inciso a) serán sometidos a los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de las características y propiedades establecidas.

(Ver el anexo a este artículo).

7.4.4. Ensayos y verificaciones a realizar sobre el hormigón fresco

- a) Asentamiento (IRAM 1 536)

Durante las operaciones de hormigonado, la consistencia del hormigón se supervisará permanentemente mediante observación visual. Para cada Clase de hormigón, su control mediante el ensayo de asentamiento se realizará:

- Diariamente, al iniciar las operaciones de hormigonado, y posteriormente con una frecuencia no menor de dos veces por día, incluidas las oportunidades de los párrafos que siguen, a intervalos adecuados.
- Cuando la observación visual indique que no se cumplen las condiciones establecidas.
- Cada vez que se moldeen probetas para realizar ensayos de resistencia.

- En el caso de los hormigones de resistencias características de 21 MN/m^2 (210 kgf/cm^2) o mayores (hormigones H-II) y los hormigones de características y propiedades especiales, los ensayos se realizarán con mayor frecuencia, de acuerdo con lo que disponga el Director de Obra.

(Ver el anexo a este artículo)

- b) Contenido de aire del hormigón fresco de densidad normal (IRAM 1602 ó IRAM 1562).

Normalmente, salvo el caso en que existan razones especiales para proceder de otra forma, o que el Director de Obra establezca otras condiciones, este ensayo se realizará cuando el hormigón contenga aditivos o se haya especificado el empleo de hormigón con aire intencionalmente incorporado en su masa. Cuando corresponda, el ensayo se realizará en las siguientes oportunidades:

- Diariamente, al iniciar las operaciones de hormigonado.
- Cada vez que se determine el asentamiento del hormigón, o se moldeen probetas para ensayos de resistencia, especialmente si se observan variaciones apreciables de la consistencia o si se produce un aumento considerable de la temperatura, con respecto a la del momento en que se realizó la determinación anterior.

(Ver el anexo a este artículo)

- c) Temperatura del hormigón fresco en el momento de su colocación en los encofrados

Se determinará y registrará, al grado Celsius más próximo, cada vez que se determine el asentamiento y se moldeen probetas para verificar la resistencia del hormigón.

Además, a los efectos de adoptar las precauciones necesarias para proteger al hormigón en épocas o regiones de temperaturas elevadas, la medición de temperaturas se realizará en las oportunidades y a los intervalos que se especifican en el artículo 11.2.

En tiempo frío, la determinación de las temperaturas ambientes y del hormigón, se realizará en la forma necesaria para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 11.1.

7.4.5. Ensayos que deben realizarse para determinar la resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón endurecido

- a) Los artículos 6.6.2.1., 6.6.3.11 y 7.4.2.a) establecen la necesidad de realizar ensayos de resistencia del hormigón endurecido, moldeando y ensayando probetas a la compresión, con los hormigones empleados en la construcción de las estructuras, durante el proceso constructivo de las mismas y a los efectos de establecer sus condiciones de aceptación o de rechazo, según corresponda, de acuerdo con los criterios establecidos en los artículos 6.6.3.11.1. y 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda, de acuerdo con el número de resultados de ensayos disponible.
- b) Las tomas de muestras del hormigón fresco y la forma en que deben elegirse los pastones de los que se extraerán las muestras, se indica en los artículos 7.4.1.b) y c). La frecuencia de extracción de muestras en función del volumen de hormigón producido y colocado en obra se especifica en el artículo 7.4.5.1.
- c) Con cada muestra de hormigón se moldearán por lo menos tres probetas, en las condiciones establecidas por la norma IRAM 1524. El curado de las probetas se realizará en las condiciones normalizadas de humedad y temperatura establecidas en la misma norma (ver el artículo 6.6.3.11.b).
- d) El ensayo de las probetas a compresión se realizará de acuerdo con lo establecido por la norma IRAM 1546. Como regla general y cuando el hormigón contenga cemento pórtland normal, dos de las probetas se ensayarán a la edad de 28 días o edad establecida para obtener la resistencia característica especificada. La probeta restante se ensayará a la edad de 7 días o edad menor a la que se desee tener información anticipada sobre el desarrollo de la resistencia del hormigón, a título de información previa. Si el hormigón contiene cemento de alta resistencia inicial, las edades indicadas se reemplazarán por las de 7 y 3 días, respectivamente, o las que establezcan los planos o el Director de Obra.
- e) Desde el punto de vista de los ensayos de aceptación se considerará como resultado de un ensayo al promedio de las resistencias de las dos probetas ensayadas a la edad de 28 días u otra especificada (ver el anexo al artículo 6.6.2.1.b)).

- f) En caso de que previamente al ensayo de las probetas se observase que una de ellas presenta signos evidentes de deficiencias de toma de muestras o de moldeo, a juicio del Director de Obra, la probeta será descartada. En ese caso, como resultado del ensayo se tomará la resistencia de la probeta restante, si sólo se han moldeado dos por edad de ensayo, o el promedio de las restantes si se hubiesen moldeado más de dos por edad de ensayo que cumplan la condición de uniformidad establecida en el anexo a 6.6.2.1.b). Si todas las probetas del grupo que debe ensayarse a la misma edad muestran signos de deficiencias, todas deberán descartarse. Igual determinación se adoptará si los resultados correspondientes a la misma edad de ensayo no cumplen el requisito de uniformidad mencionado.
- g) El juzgamiento de la resistencia potencial de cada clase o tipo de hormigón se realizará de acuerdo con lo especificado en el artículo 6.6.3.11.1. y en los artículos 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda.

7.4.5.1. Número de muestras a extraer en función de la cantidad de hormigón a colocar en obra

- a) La cantidad total de muestras a extraer será fijada por el Director de Obra. En los casos corrientes generales ello se realizará de acuerdo con los lineamientos que se establecen en los incisos que siguen. En casos particulares el Director de Obra podrá apartarse de dichos lineamientos, en concordancia con lo establecido en el artículo 7.4.1.e).
- b) En el caso de aquellas estructuras cuya construcción requiera 60 m^3 o menos de hormigón de una clase determinada, se procederá de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.4.1.g).
- c) Para los casos corrientes generales el juzgamiento de la resistencia potencial de cada clase o tipo de hormigón se realizará en base de por lo menos seis muestras (seis resultados de ensayo), de acuerdo con lo establecido en los artículos 6.6.3.11.1.c) y 6.6.3.11.2., excepto si la evaluación se realiza por pastón, de acuerdo con lo establecido en los artículos 6.6.3.11.1.d) y 6.6.3.11.3., en cuyo caso deberán extraerse dos muestras.
- d) En estructuras de edificios de varios pisos, en ningún caso se extrae

Tabla 11. Hormigón preparado en obra

Estructura y clase de hormigón	1	2
	De un pastón elegido al azar extraer una muestra de hormigón por cada	
	Número de metros cúbicos	Número de pastones
Hormigón simple u hormigón armado Hormigones del Grupo H-I	100 m ³ o fracción menor	200 pastones o número menor de pastones
Hormigón masivo Hormigones del Grupo H-I	200 m ³ o fracción menor	400 pastones o número menor de pastones
Hormigón simple, armado o pretensado Hormigones del Grupo H-II o de características y propiedades especiales	75 m ³ o fracción menor	150 pastones o número menor de pastones

Se extraerá una muestra de cada clase o tipo de hormigón colocado cada día de trabajo, de acuerdo con los volúmenes o número de pastones que se indican.

De las columnas 1 y 2 se adoptará la que constituya un menor volumen de hormigón.

Tabla 12. Hormigón elaborado (IRAM 1666)

Número de pastones	Número de muestras a extraer
4 ó menos	2
5 a 8	3
9 a 14	4
Por cada 8 pastones adicionales o menos	1

rán menos de tres muestras por piso en elevación o de subsuelo. Desde este punto de vista se considerará que el conjunto de elementos estructurales que constituyen las fundaciones del edificio o estructura son equivalentes a un piso.

- e) Cumpliéndose las condiciones anteriores, las cantidades de muestras a extraer estarán regidas por las disposiciones contenidas en las tablas 11 y 12, que se aplicarán, normalmente, para el hormigón preparado en obra y el hormigón elaborado, respectivamente.
- f) En casos particulares, si el Director de Obra, por razones especiales debidamente justificadas, lo considera necesario o conveniente, podrá aplicar también el régimen de muestreo contenido en la tabla 12 al hormigón preparado en obra.
- g) Después de extraída cada muestra de hormigón, se procederá a su homogeneización mediante un rápido remezclado a pala. Inmediatamente después se procederá al moldeo de las probetas y realización de otros ensayos que sea preciso ejecutar.
- h) A los efectos de prever el número de muestras a extraer durante cada día de hormigonado, el Constructor, con 24 horas de anticipación, comunicará el plan a cumplirse en la fecha establecida.

7.5. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND. OTRAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN VERIFICARSE PARA EVALUAR SU CALIDAD

- a) Además de los resultados correspondientes a los ensayos que se realicen en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 7.4. con el fin de determinar las características del hormigón fresco y la resistencia potencial del hormigón endurecido de obra, cuando existan dudas respecto a los resultados y verificaciones realizados para determinar la máxima razón agua/cemento y el contenido total de aire del hormigón fresco (artículos 6.6.3.9., 6.6.5.1. a 6.6.5.7. y anexo al artículo 7.4.3.b), inciso 2, para la razón agua/cemento, y artículo 6.6.3.8. y 7.4.4.b) para el contenido total de aire), directamente vinculados con la durabilidad del hormigón sometido a las condiciones de exposición y de contacto con el medio ambiente del lugar de emplazamiento de la estructura, también deberán verificarse dichas características en la forma que se establece en el inciso b).
- b) La verificación se realizará en función de los resultados de los ensayos

yos y comprobaciones realizados durante el proceso constructivo de las estructuras, complementados, cuando ello resulte necesario a juicio del Director de Obra, por otros ensayos que permitan obtener la información deseada a partir de muestras de hormigón endurecido, extraídas de la estructura mediante sondas rotativas provistas de coronas de diamantes.

- c) Se considerará que el hormigón tiene la calidad especificada si, además de cumplirse las condiciones de resistencia, se cumplen también las condiciones de durabilidad mencionadas en el inciso a) u otras establecidas en este Reglamento. Si esto no ocurre, se considerará que el hormigón empleado para construir las estructuras no cumple las exigencias y condiciones de calidad especificadas por este Reglamento

7.6. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND. ENSAYOS INFORMATIVOS DEL GRADO DE ENDURECIMIENTO DEL HORMIGON

- a) Además de las probetas necesarias para juzgar la resistencia potencial de cada clase o tipo de hormigón de obra (ver el artículo 7.4.), se moldeará un número adicional de probetas con el objeto de obtener información relacionada con las siguientes circunstancias (ver el artículo 6.6.3.11.c) u otras que puedan ocurrir durante el desarrollo de las operaciones de obra:
- condiciones de protección y curado del hormigón;
 - oportunidad de realizar las operaciones de desencofrado;
 - resistencia del hormigón como requisito previo para aplicar tensiones o cargas a la estructura;
 - resistencia del hormigón para iniciar el movimiento y traslado de los elementos premoldeados.
- b) Las probetas se moldearán en el mismo momento y con hormigón de la misma muestra empleada para realizar los ensayos de aceptación del hormigón (ver el artículo 7.4.) pero no serán empleadas para juzgar la resistencia potencial de rotura de dicho material en la forma que establece el mencionado artículo.
- c) A los fines indicados en el inciso a) se moldeará un número suficiente de grupos de por lo menos dos probetas cada uno, de acuerdo con el número de variables o condiciones que se desee o deba controlarse, y

- de acuerdo también con el número de edades de ensayo en las que se realizarán los controles mencionados. (Ver el anexo a este artículo).
- d) Se entenderá por resultado de un ensayo al definido en el anexo al artículo 6.6.2.1. b).
- e) En este caso, el juzgamiento de la resistencia del hormigón se realizará en base a resultados de ensayos individuales o promedio de los mismos, y no mediante tratamiento estadístico de resultados.
- En ningún caso se adoptarán decisiones con menos de dos resultados de ensayo, correspondientes a hormigones provenientes de otros tantos pastones distintos empleados para el moldeo del elemento o grupo de elementos estructurales representados por las probetas disponibles.
- f) Las probetas destinadas a la realización de estos ensayos se moldearán y ensayarán de acuerdo con lo dispuesto en las normas IRAM 1524 y 1546, respectivamente. Después de moldeadas, las probetas serán mantenidas junto o sobre el elemento estructural a quien representan y se curarán en condiciones tan idénticas como sea posible a las que se encuentre sometido el hormigón de la estructura (Norma IRAM 1524, párrafos G-43 a G-45).
- g) En los casos en que, en razón del pequeño volumen y gran superficie de las probetas (en relación a los de la estructura) pueda preverse una pérdida prematura, y no comparable, de humedad de las probetas, éstas se protegerán convenientemente con una funda impermeable de material plástico. (Ver el anexo a este artículo).

7.6.1. Evaluación de los resultados de los ensayos informativos del grado de endurecimiento del hormigón

7.6.1.1. Ensayos realizados para apreciar las condiciones de protección y curado del hormigón

- a) Si las probetas adicionales moldeadas, curadas y ensayadas en la forma especificada en el artículo 7.6. con el fin de verificar el cumplimiento de las exigencias de curado establecidas en el artículo 10.4.2.b), arrojan una resistencia media menor del 75% de la resistencia característica especificada, se considerará que el curado del hormigón no ha sido satisfactorio. En consecuencia, el Constructor deberá prolongarlo, o mejorar los procedimientos de protección y curado

empleados hasta que, mediante el ensayo de las probetas de control restantes, se verifique que el hormigón cumple la exigencia establecida.

- b) Cuando como consecuencia del curado realizado existan dudas respecto a la resistencia del hormigón colocado en obra, el Director de Obra podrá disponer la extracción y ensayo de testigos de la estructura, de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.7. a los efectos de verificar dicha resistencia como medio de apreciar la efectividad del curado. Los ensayos de los testigos se realizarán a una edad no mayor que la especificada para determinar la resistencia característica del hormigón. Si los resultados obtenidos cumplen lo establecido en el artículo 7.7.1. se considerará que la resistencia del hormigón es satisfactoria. En caso contrario la estructura será sometida a un curado húmedo adicional hasta que se alcance la resistencia especificada en el mencionado artículo.

7.6.1.2. Ensayos realizados para juzgar la oportunidad de efectuar las operaciones de desencofrado, de aplicar tensiones o cargas a la estructura, o realizar el movimiento y traslado de los elementos premoldeados

Las probetas empleadas para determinar la resistencia del hormigón en las oportunidades indicadas en el presente artículo son las que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.6.f) han sido mantenidas junto o sobre la estructura que representan, y fueron curadas en condiciones tan idénticas como fue posible a las que fue sometido el hormigón de la estructura.

Las resistencias medias de las probetas disponibles para verificar la oportunidad de realización de cada uno de las operaciones mencionadas, deben satisfacer las condiciones que se indican a continuación:

- Desencofrado: según el artículo 12.3.2.
- Aplicación de cargas o tensiones previas, y traslado de elementos premoldeados: resistencias medias iguales o mayores que las indicadas por el proyectista en los planos y otros documentos del proyecto, para realizar dichas operaciones.

7.7. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND. VERIFICACION DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE LA EXTRACCION Y ENSAYO DE TESTIGOS DEL HORMIGON ENDURECIDO Y METODOS COMPLEMENTARIOS. EVALUACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

- a) En casos especiales y cuando el Director de Obra lo considere necesari-

- rio, podrá disponer la extracción de testigos del hormigón endurecido de la estructura, con el fin de realizar ensayos que permitan apreciar la calidad del mismo. Las extracciones de testigos sólo podrán realizarse cuando la operación no afecte a la capacidad de resistencia ni a la estabilidad de la estructura. (Ver el anexo a este artículo).
- b) Dichos ensayos podrán ser complementados por ensayos no destructivos u otros que, a juicio del Director de Obra, permitan aportar información confiable sobre la calidad y condiciones de uniformidad del hormigón. Los ensayos no destructivos, cuando sean autorizados, deberán ser realizados e interpretados por un profesional especializado, a juicio del Director de Obra.
- c) Los resultados de los ensayos no destructivos no se emplearán para reemplazar a los resultados obtenidos mediante el ensayo de testigos o probetas moldeadas, ni como evidencia para decidir la aprobación o el rechazo del hormigón cuestionado por falta de resistencia.
- d) La extracción de los testigos y su preparación para el ensayo de resistencia se realizarán en la forma establecida en la norma IRAM 1551. El equipo empleado para efectuar la extracción debe asegurar la obtención de muestras no alteradas del hormigón de la estructura. El ensayo a compresión de los testigos se realizará de acuerdo con lo establecido por la norma IRAM 1546, teniendo en cuenta lo especificado en el inciso f) respecto al contenido de humedad del hormigón en el momento del ensayo. La resistencia de rotura a compresión de cada testigo se redondeará al $0,1 \text{ MN/m}^2$ ($1,0 \text{ kgf/cm}^2$) más próximo. (Ver el anexo a este artículo).
- e) Cuando los testigos tengan por objeto verificar la resistencia del hormigón de la estructura, se extraerán por lo menos tres testigos representativos por cada elemento estructural o zona de la estructura considerada de resistencia no satisfactoria. Si se trata de verificar la resistencia del hormigón de la totalidad de la estructura, para establecer la cantidad de testigos a extraer se tendrá en cuenta el volumen total de hormigón de la estructura. Los lugares de extracción se ubicarán al azar y, en este caso, el número de testigos representativos a extraer será por lo menos quince. (Ver el anexo a este artículo).

f) Si en las condiciones de servicio el hormigón de donde se extrajo el testigo se encuentra seco, el testigo se ensayará después de haberlo dejado secar al aire durante 7 días anteriores al momento de ensayo, a temperatura comprendida entre 16°C y 27°C y humedad relativa ambiente menor del 60%. Se lo ensayará en las condiciones de humedad resultantes.

Si en cambio, en las condiciones de servicio, el hormigón de donde se extrajo el testigo está más que superficialmente humedecido, el testigo se sumergirá en una solución saturada de cal durante por lo menos 40 horas, a temperatura de entre 21°C y 25°C, y se lo ensayará inmediatamente después de haberlo extraído de la solución citada.

En el informe deberá indicarse si el testigo se ensayó después de haberlo dejado secar al aire, o saturado.

7.7.1. Evaluación de los resultados de los ensayos

El hormigón de la zona o elemento estructural representado por los testigos extraídos y ensayados de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.7. se considerará de resistencia estructuralmente satisfactoria si la resistencia media de los testigos es igual o mayor al 85% de la resistencia característica σ'_{bk} especificada, siempre que ningún testigo arroje una resistencia menor del 75% de σ'_{bk} .

7.8. CONTROL DE CALIDAD DE OTROS MATERIALES Y ELEMENTOS EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS

7.8.1. Barras de acero para armaduras

- a) Sobre cada partida de barras de acero, y para cada uno de los diámetros que la integra, se verificará su identificación según el tipo a que correspondan, de acuerdo con lo establecido en las normas IRAM-IAS. Se observará además que las barras no presenten en sus superficies virutas, escamas u otras asperezas que puedan producir heridas durante su manipuleo. Asimismo se apreciará si superficialmente presentan signos de corrosión y si las barras están libres de grietas, sopladuras o cualquier otro defecto que pueda afectar desfavorablemente sus características mecánicas o sus condiciones de trabajo en obra.
- b) Las partidas que no cumplan estas condiciones no deberán aceptarse.
- c) Sobre cada partida y para cada uno de los diámetros que la componen se tomarán las muestras en las cantidades indicadas en las normas res

pectivas con el objeto de verificar que sus medidas, sus características mecánicas, así como las discrepancias en masa individual y del lote satisfacen las exigencias establecidas.

- d) En caso de que en obra vayan a utilizarse barras soldadas se verificará, mediante los ensayos que el Director de Obra considere necesarios, que el método propuesto permite obtener resultados satisfactorios.

7.8.2. Elementos constructivos y otros materiales

7.8.2.1. Exigencias generales

Se verificará que todas las partidas de elementos constructivos que lleguen a obra provengan de fábricas sujetas a supervisión de calidad y sean acompañadas con los certificados de remisión donde consten los datos que para cada caso se exijan (ver el artículo 5.2.6.).

7.8.2.2. Ensayo de los elementos de relleno y ladrillos para losas

Se debe verificar que los componentes de cada partida de elementos de relleno estáticamente colaborantes, sean premoldeados de hormigón o de material cerámico, posean las dimensiones necesarias de acuerdo con las especificaciones técnicas, que la forma de las juntas de unión sea adecuada y que las superficies aseguren una adherencia suficiente con el hormigón. De cada partida se tomarán como mínimo cinco elementos para verificar que la resistencia a compresión satisface las exigencias del cálculo estructural.

En caso de elementos de relleno estáticamente no colaborantes, las verificaciones se referirán únicamente a las dimensiones, forma de las juntas y superficies de adherencia.

7.8.2.3. Ensayo de los elementos de vidrio para estructuras de hormigón

En cada partida de elementos de vidrio para hormigón se debe verificar que las indicaciones del certificado de remisión corresponden a las especificaciones técnicas.

7.8.2.4. Ensayo del mortero de cemento pórtland

Por cada tipo de mortero empleado y como máximo por cada 200 m de juntas ejecutados, por cada piso de la estructura y por cada 7 días de trabajo, en que se haya preparado mortero en forma continuada, se debe ensayar una serie de tres probetas cúbicas de 70,7 mm de arista de los diversos morteros de relleno. Resultará determinante aquella exigencia que proporcione la mayor cantidad de series de probetas.

Las probetas moldeadas serán curadas y ensayadas de acuerdo con lo establecido en la norma IRAM 1657.

7.9. PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR EN LAS OBRAS TERMINADAS

En el caso que, por el carácter particular de la estructura, resulte necesario comprobar si la misma reúne, después de terminada, ciertas condiciones específicas, el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias establecerá las pruebas y ensayos que deben realizarse, indicando la forma de efectuar el ensayo de que se trata y el procedimiento para interpretar los resultados. (Ver el anexo a este artículo)

7.9.1. Pruebas de carga directa de las estructuras

- a) En el caso previsto en el artículo 8.4.2.c) o si lo especifica el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, se realizarán pruebas de carga directa de las estructuras terminadas, o de parte de las mismas, debiendo establecerse claramente las siguientes circunstancias:
 - zona o parte de la estructura a la que deben aplicarse las cargas;
 - magnitudes que deben medirse;
 - métodos de medición a emplear;
 - puntos o zonas de la estructura donde deben instalarse los instrumentos de medición;
 - condiciones de carga y de descarga de la estructura.
- b) Como norma general no se realizarán pruebas de carga antes de que el hormigón haya alcanzado una resistencia por lo menos igual a la considerada en los cálculos estructurales. Las cargas a aplicar, en ningún caso serán mayores que las correspondientes a los cálculos (Ver el anexo a este artículo).

7.9.2. Interpretación de los resultados de las pruebas de carga directa de las estructuras

El resultado de la prueba se considerará satisfactorio si se cumplen las siguientes tres condiciones:

- a) Durante la ejecución del ensayo no se produjeron fisuras cuyo ancho pueda comprometer la seguridad o durabilidad de la estructura, que no correspondan a lo previsto en el proyecto.
- b) Las flechas medidas no exceden de los valores máximos establecidos en el proyecto como compatibles con la correcta utilización de la estructura.
- c) La flecha residual después de retirar la carga, teniendo en cuenta el tiempo en que ésta estuvo aplicada, es lo suficientemente pequeña como para estimar que la estructura presenta un comportamiento esencialmente elástico. (Ver el anexo a este artículo)

ANEXOS AL CAPITULO 7

INDICE

7.3.2.	ESTUDIOS Y ENSAYOS PREVIOS	A.7 - 1
7.3.3.1.b)	DETERMINACION RACIONAL DE LA COMPOSICION DEL HORMIGON	A.7 - 1
7.3.3.1.d)	DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LAS CURVAS QUE VINCULAN LA RESISTENCIA MEDIA DE ROTURA A COMPRESION DEL HORMIGON CON LA RAZON AGUA/CEMENTO, PARA EL CONJUNTO DE MATERIALES A EMPLEAR EN OBRA	A.7 - 4
7.3.3.1.e)	RAZON AGUA/CEMENTO CON QUE DEBE DOSIFICARSE EL HORMIGON	A.7 - 5
7.3.3.1.2.b)	PASTONES DE PRUEBA EN ESCALA DE OBRA	A.7 - 5
7.4.2.c)	ENSAYOS A REALIZAR	A.7 - 5
7.4.3.b)	OTROS ENSAYOS DE POSIBLE REALIZACION SOBRE EL HORMIGON FRESCO, Y OPORTUNIDADES DE REALIZACION	A.7 - 6
7.4.4.	ENSAYOS SOBRE EL HORMIGON FRESCO	A.7 - 6
7.6.	ENSAYO DE ENDURECIMIENTO	A.7 - 9
7.7.	EXTRACCION DE TESTIGOS DEL HORMIGON ENDURECIDO	A.7 - 9
7.9.	PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR EN LAS OBRAS TERMINADAS	A.7 - 11
7.9.1.	PRUEBA DE CARGA DIRECTA DE LAS ESTRUCTURAS	A.7 - 11
7.9.2.	INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CARGA DIRECTA DE LAS ESTRUCTURAS	A.7 - 13

ANEXOS AL CAPITULO 7

7.3.2.a) ESTUDIOS Y ENSAYOS PREVIOS

Los estudios y ensayos previos indicados en el artículo 7.3.2. podrán hacerse repetir si se producen cambios significativos en las características de los materiales componentes del hormigón o si se hubiesen producido variaciones en las condiciones de obra en las que se basaron los estudios y ensayos iniciales.

Si existe la posibilidad de que las operaciones de hormigonado se realicen con bajas o elevadas temperaturas ambientes, especialmente si se emplean aditivos químicos, o aditivos minerales pulverulentos, si el hormigón contiene cementos de endurecimiento más lento que el de los cementos normales, o si para el curado del hormigón de obra se prevé el empleo de métodos acelerados como el curado a vapor, en los estudios y ensayos previos deberá verificarse, con temperaturas tan similares como sea posible a las que prevalecerán en obra, si pueden obtenerse con seguridad las resistencias especificadas a las edades establecidas, la trabajabilidad, tiempo de fraguado inicial, porcentaje de aire del hormigón y demás condiciones necesarias en el momento de ejecución de las estructuras.

7.3.3.1.b) DETERMINACION RACIONAL DE LA COMPOSICION DEL HORMIGON

1) Determinación de la resistencia media de dosificación (σ'_{bm}) del hormigón

Conocido el valor de σ'_{bk} correspondiente al hormigón que debe proyectarse, para calcular el valor de σ'_{bm} , según lo establecido en el artículo 7.3.3.1.b) del texto reglamentario, se requiere conocer el valor 1,65 . s que debe sumarse a la resistencia característica σ'_{bk} . Dicho valor podrá calcularse en distintas formas, basadas en el conocimiento del valor de s, o la adopción de valores mínimos estimativos que tienen en cuenta la forma y cuidados con que se realicen la elaboración y control de calidad del hormigón.

1.1) Hormigones del Grupo H-I:

1.1.1) Mediante justificación fehaciente presentada por el Constructor a satisfacción del Director de Obra, del valor de la desviación normal s resultante del análisis estadístico de por lo menos 30 resultados de ensayos correspondientes a otras tantas muestras distintas del hormigón empleado en una obra anterior y preparado con materiales y proporciones similares a los de la nueva obra, colocado con el mismo equipo de trabajo y con control de calidad similar, construída dentro de los 12 meses anteriores a los de la fecha de iniciación de la construcción de la nueva estructura. Los valores de s a adoptar en ningún caso serán menores de $2,5 \text{ MN/m}^2$ (25 kgf/cm^2) para los hormigones de clases H-4 y H-8, ni de $3,5 \text{ MN/m}^2$ (35 kgf/cm^2) para los hormigones de clases H-13 y H-17.

1.1.2) Cuando se carezca de la información indicada en el inciso anterior 1.1.1.), el cemento se mida en masa o por bolsa entera y los agregados se midan en volumen en forma cuidadosa, con determinaciones ocasionales del asentamiento del hormigón y generalmente por apreciación visual, como valores mínimos de s se adoptarán los siguientes. Para hormigones de clase H-8 y menores: $4,0 \text{ MN/m}^2$ (40 kgf/cm^2) y para hormigones de clases H-13 y H-17: $6,5 \text{ MN/m}^2$ (65 kgf/cm^2).

1.1.3) Cuando en obra el cemento se mida en masa o por bolsa entera, y el agua y los agregados en volumen en forma poco cuidadosa, con solo apreciación visual de la consistencia de la mezcla, pero sin garantía de control significativo del asentamiento y de la aptitud de colocación del hormigón, como valor mínimo de s , para los hormigones de clases H-8 y menores, se adoptará el de $5,0 \text{ MN/m}^2$ (50 kgf/cm^2), y para los de clases H-13 y H-17 el valor de $9,0 \text{ MN/m}^2$ (90 kgf/cm^2).

1.2) Hormigones del Grupo H-II:

Para los hormigones del Grupo H-II y para los de características y propiedades especiales, el Constructor, en base a la experiencia obtenida en obras anteriores, elegirá el valor de la desviación normal s teniendo en cuenta además la gama esperada de variación de la resistencia del hormigón en la obra a ejecutar. El valor de s que se adop-

te debe asegurar que el hormigón de obra cumpla las exigencias establecidas para cada resistencia característica, en la columna 4 de la Tabla 3 (ver el artículo 6.6.2.2.)

La resistencia media de dosificación establecida en la forma indicada en 7.3.3.1.b.) y más arriba en este anexo será empleada para determinar la composición de la mezcla inicial y hasta que los resultados de los ensayos realizados con el hormigón de la obra en ejecución permitan conocer el valor real de la desviación normal s , que se calculará con la expresión contenida en el anexo al artículo 6.6.2.1.c), empleando para ello por lo menos treinta resultados de ensayos. Cuando esto ocurra podrá recalcularse el valor de la resistencia media σ'_{bm} y corregirse la composición del hormigón para los futuros trabajos a realizar.

A medida que avancen los trabajos de obra, se calcularán los nuevos valores de s que se irán aplicando, previa aprobación de los mismos por el Director de Obra, para calcular los correspondientes valores de la resistencia media de dosificación σ'_{bm} .

2. Riesgo del Productor

La aplicación del criterio de aceptación indicado en el artículo 1) de este anexo implica, sin embargo, la posibilidad del rechazo de una cierta proporción del hormigón entregado aún cuando éste posea la calidad especificada. Esto es explicable por las leyes estadísticas y es evidentemente más crítico si la magnitud de la muestra es muy reducida. En un hormigón de la misma dosificación y resistencia característica, preparado en las mismas condiciones, puede esperarse que uno de cada nueve ensayos arroje un valor hasta un 20% menor que el de la resistencia característica especificada.

Por medio de un control estadístico de las resistencias del hormigón de acuerdo con el anexo al artículo 6.6.2.1.a), el productor podrá reducir su riesgo de no aceptación por conocer el valor de su desviación normal y elegir consecuentemente el valor de la resistencia media para la dosificación del hormigón.

7.3.3.1.d) DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LAS CURVAS QUE VINCULAN LA RESISTENCIA MEDIA DE ROTURA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON LA RAZÓN AGUA/CEMENTO, PARA EL CONJUNTO DE MATERIALES A EMPLEAR EN OBRA

- 1) Empleando el método de dosificación elegido, se prepararán pastones de prueba de la composición y consistencia adecuados para ejecutar la estructura. Por lo menos se emplearán tres razones agua/cemento distintas, que produzcan una gama de resistencias medias que comprendan tanto a las necesarias para satisfacer, para cada clase o tipo de hormigón, las exigencias correspondientes a las resistencias características especificadas, como a las razones agua/cemento máximas establecidas por razones de durabilidad o por otros motivos.
- 2) El asentamiento del hormigón correspondiente a cada pastón de prueba estará comprendido dentro de la gama especificada. En cuanto al porcentaje total de aire incorporado, si se trata de hormigones con aire intencionalmente incorporado en su masa, será el máximo permitido en cada caso. Se anotará la temperatura del hormigón fresco recién mezclado.
- 3) Por cada una de las razones agua/cemento citadas anteriormente, se moldearán por lo menos tres probetas por edad de ensayo. Cada una de ellas provendrá de un pastón distinto, pero de igual composición, preparado en días distintos.
- 4) El acondicionamiento de los materiales, la preparación del hormigón y el moldeo, curado y preparación de las probetas para ensayo, se realizarán de acuerdo con lo establecido en la norma IRAM 1534. El ensayo a compresión se realizará en las condiciones que establece la norma IRAM 1546, a la edad de 28 días y a las edades menores o mayores especificadas o requeridas en relación a las operaciones de obra que deban controlarse o realizarse.
- 5) Los resultados de estos ensayos permitirán trazar las curvas que relacionan la razón agua/cemento del hormigón con la resistencia media de rotura a compresión, para el conjunto de materiales en estudio.
- 6) De la curva correspondiente a la edad de ensayo especificada o que interese, se obtendrá la razón agua/cemento máxima necesaria para obtener la resistencia media de dosificación calculada de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.3.3.1.b) de las disposiciones reglamenta

rias.

- 7) El contenido unitario de cemento y la composición de cada clase o tipo de hormigón a emplear en obra, serán los necesarios para no exceder la máxima razón agua/cemento cuando el asentamiento de la mezcla sea el máximo permitido.

7.3.3.1.e) RAZÓN AGUA/CEMENTO CON QUE DEBE DOSIFICARSE EL HORMIGÓN

Si la razón agua/cemento establecida por razones de durabilidad o por otros motivos es menor que la necesaria para obtener la resistencia media de dosificación del hormigón, el hormigón proyectado tendrá resistencias media y característica mayores que las necesarias por razones de resistencia. Este hecho debe ser tenido en cuenta al realizar los ensayos de control de calidad (ensayos de aceptación) del hormigón con que se ejecuten las estructuras.

7.3.3.1.2.b) PASTONES DE PRUEBA EN ESCALA DE OBRA

Previa autorización del Director de Obra, el hormigón sobrante de los ensayos de los pastones a que se ha hecho referencia en el texto reglamentario de este artículo, podrá emplearse en obra para ejecutar aquellas partes de las estructuras donde se requiera un hormigón de menor calidad que la del hormigón en estudio.

7.4.2.c) ENSAYOS A REALIZAR

En caso de obtención de resultados desfavorables o que ofrezcan dudas, el Constructor, como responsable de la ejecución de los trabajos, e independientemente de los motivos expuestos en este Reglamento para la realización de los ensayos de aceptación, agotará los medios, con el fin de llegar al con-

vencimiento de que tanto el hormigón fresco como el endurecido poseen las características y calidad especificadas. Al efecto, y sin descartar la realización de otros ensayos, verificará, como primera medida, la composición del hormigón, su razón agua/cemento y sus resistencias mecánicas, lo mismo que otras características relevantes que permitan eliminar rápidamente las dudas que hubiesen surgido como consecuencia de resultados que puedan considerarse inseguros.

7.4.3.b) OTROS ENSAYOS DE POSIBLE REALIZACIÓN SOBRE EL HORMIGÓN FRESCO Y OPORTUNIDADES DE REALIZACIÓN

1) Contenido unitario de cemento

El contenido de cemento por metro cúbico de hormigón compactado podrá verificarse, de acuerdo con lo que disponga el Director de Obra, en la siguiente forma:

- Mediante el conocimiento de las masas de cada uno de los materiales componentes del hormigón, obtenidos en la planta de elaboración, y la determinación de la masa de la unidad de volumen del hormigón fresco compactado (IRAM 1562).
- En el caso de plantas con registro impreso de las pesadas de cada uno de los materiales componentes del hormigón, por análisis de las bandas de papel impreso, y determinación de la masa de la unidad de volumen del hormigón fresco compactado, como en el caso anterior.
- Mediante ensayos adecuados realizados sobre muestras representativas de hormigón fresco u otro método satisfactorio, teniendo en cuenta la dispersión de resultados propia del método.

La verificación se realizará al iniciar las operaciones de hormigonado y posteriormente en las oportunidades en que lo disponga el Director de Obra.

Se admitirá una tolerancia en menos de hasta el 5,0% en masa. La tolerancia en más no será mayor del 10,0% en masa. Los porcentajes se refieren a la cantidad de cemento especificada o a la determinada en los estudios y ensayos previos a la ejecución de la estructura como necesaria para obtener la resistencia y demás características especi-

ficadas.

2) Razón agua/cemento

La verificación se realizará empleando los procedimientos indicados en el artículo 1) de este anexo u otros igualmente confiables.

Para cada Clase de hormigón, el procedimiento se aplicará al iniciar las tareas de hormigonado, y posteriormente por lo menos una vez por día, o cuando lo disponga el Director de Obra.

En el caso de los hormigones de características y propiedades especiales, los resultados individuales de la razón agua/cemento no deben exceder de los especificados para cada uno de ellos en los artículos 6.6.5.1. a 6.6.5.7. Para los demás hormigones, el valor medio de las razones agua/cemento de tres determinaciones consecutivas no excederá del valor especificado en el artículo 6.6.3.9. ni del valor establecido en los estudios y ensayos previos con el fin de que se alcance la resistencia característica y demás condiciones especificadas. Los valores de las determinaciones individuales no deben exceder del 10,0% respecto de los valores citados anteriormente.

3) Peso de la unidad de volumen del hormigón fresco (IRAM 1562)

Cuando así lo decida el Director de Obra, el ensayo se realizará cada vez que se moldeen probetas para verificar la resistencia mecánica del hormigón. Los resultados obtenidos se registrarán y compararán, a los efectos de apreciar las condiciones de uniformidad del material a lo largo del proceso constructivo. También se registrarán los valores medios móviles correspondientes a cada una de las series de tres resultados consecutivos disponibles, calculados en forma similar a la establecida en el artículo 6.6.3.11.2.a)1. para los ensayos de resistencia.

4) Tiempo de fraguado inicial del hormigón (IRAM 1662)

Contenga o no el hormigón un aditivo retardador del tiempo de fraguado inicial, cuando aquél se coloque y vibre para constituir un elemento estructural que debe resultar monolítico por razones de resistencia, estanqueidad o durabilidad, especialmente si la temperatura ambiente es de 25°C o mayor, al iniciarse las operaciones del día y a intervalos adecuados, se determinará el tiempo de fraguado inicial del hormigón. Dichos intervalos se establecerán en función de la

temperatura ambiente, de acuerdo con los controles que corresponda realizar para evitar la formación de juntas no previstas de trabajo.

7.4.4. ENSAYOS SOBRE EL HORMIGÓN FRESCO

a) Determinación del asentamiento del hormigón fresco

Se recomienda realizar el ensayo con la mayor rapidez posible, especialmente cuando en el momento de colocar el hormigón en los encofrados se trabaje con temperaturas elevadas.

En caso de que al realizar el ensayo, el asentamiento esté fuera de los límites especificados, con toda premura y con otra porción de hormigón de la misma muestra, se procederá a repetirlo. Si el nuevo resultado obtenido está fuera de los límites especificados, se considerará que el hormigón no cumple las condiciones establecidas. En consecuencia, se darán instrucciones a la planta de elaboración para que proceda a una modificación inmediata de las proporciones del hormigón, sin alterar la razón agua/cemento especificada. En cuanto al hormigón ensayado cuyo asentamiento está fuera de los límites especificados, se considerará que no reúne las condiciones establecidas para la ejecución de la estructura.

b) Contenido de aire del hormigón fresco de densidad normal

Se recomienda realizar el ensayo inmediatamente después de terminado el mezclado, y con la mayor rapidez posible.

Si el porcentaje de aire determinado está fuera de los límites especificados, se repetirá el ensayo con otra porción de hormigón de la misma muestra. Si tampoco se obtuviesen resultados satisfactorios, se considerará que el hormigón no cumple las condiciones establecidas ni es apto para la construcción de las estructuras. En consecuencia, se procederá a una inmediata modificación del contenido de aditivos y de la composición del hormigón, sin modificar la razón agua/cemento, o se cambiará de marca o procedencia del aditivo.

7.6. ENSAYOS DE ENDURECIMIENTO

c) Cantidad de probetas a moldear para realizar los ensayos de endurecimiento del hormigón

Para establecer el número de grupos de probetas a moldear, se tendrá especialmente en cuenta que, al realizar los ensayos correspondientes a una edad determinada, puede ocurrir que la resistencia que se obtenga sea menor que la necesaria para realizar, por ejemplo, la remoción de encofrados, el traslado de los elementos premoldeados, etc. En esos casos será necesario disponer de una cantidad adicional de grupos de probetas, para repetir el ensayo a una edad o edades posteriores.

g) Al juzgar los resultados de estos ensayos, se tendrá en cuenta que el hormigón de los elementos estructurales cuyas dimensiones difieran significativamente de las que corresponden a las probetas, puede alcanzar una resistencia distinta que el hormigón de éstas, como consecuencia del distinto grado de acumulación de calor y de la distinta incidencia de la temperatura ambiente sobre el elemento estructural y sobre las probetas que lo representan.

7.7. EXTRACCION DE TESTIGOS DEL HORMIGON ENDURECIDO

a) Extracción de testigos del hormigón endurecido de la estructura. Ubicación de los testigos. Identificación

La necesidad de extraer testigos del hormigón de la estructura puede presentarse en los casos siguientes:

- Cuando por alguna razón debidamente justificada no se disponga de resultados de ensayos de probetas moldeadas durante el proceso constructivo de la estructura, con el fin de determinar la resistencia del hormigón.
- Si los resultados obtenidos de los ensayos indicados en el párrafo anterior no cumplen las exigencias establecidas en este Reglamento o si por alguna razón existen dudas sobre la resistencia u otras características del hormigón de la estructura.
- Cuando se requiera verificar la compacidad, porcentaje de aire in-

corporado al hormigón u otras características del hormigón endurecido de la estructura.

Cuando se extraigan testigos en zonas o elementos determinados, la ubicación de los mismos será establecida al azar por el Director de Obra, pero tratando que, en todos los casos, se perjudique en la menor forma posible a la zona o elemento de la estructura en estudio.

Al realizar las extracciones, mediante el empleo de métodos no destructivos u otros adecuados, se determinará la ubicación de las armaduras con el objeto de no perjudicarlas durante la extracción.

Los testigos que, a juicio del Director de Obra, resulten defectuosos o hayan sido perjudicados por la operación de extracción, no serán ensayados, debiéndoselos reemplazar por otros extraídos en zonas próximas, inmediatamente después de constatadas las deficiencias.

Cada testigo será clara e indubitavelmente identificado en relación con la zona o elemento estructural de donde fue extraído.

d) Testigos de resultados erráticos

En los casos en que el Director de Obra desee verificar o confirmar la resistencia de testigos que considere de resultados erráticos, podrá disponer la extracción y ensayo de testigos adicionales en la zona o elemento estructural en estudio.

e) Relleno de las perforaciones. Condiciones de seguridad en que deben realizarse estos trabajos

Dentro de las 48 horas de realizadas las extracciones de los testigos el Constructor hará llenar los orificios resultantes de las perforaciones, con hormigón de bajo asentamiento y de las mismas proporciones de materiales sólidos que el que se empleó para el moldeo de las estructuras. La operación se realizará con todo cuidado, en las condiciones correspondientes a la reparación de una estructura.

Durante las operaciones de extracción de testigos de hormigón endurecido, realización de pruebas de carga directa de las estructuras, u otras operaciones que el Director de Obra decida realizar con el fin de verificar las características de las zonas o elementos estructurales construídos con hormigón de resistencia inferior a la especificada, el Constructor adoptará todas las precauciones y medidas de seguridad necesarias para evitar que la calidad y condi-

ciones de seguridad de la estructura resulten perjudicadas.

7.9. PRUEBAS A REALIZAR EN LAS OBRAS TERMINADAS

Los ensayos que se realicen sobre probetas moldeadas y también sobre testigos extraídos de la estructura terminada, permiten apreciar las resistencias mecánicas del hormigón con que se ha construido la estructura y también algunas otras características de este material pero, en general, no permiten apreciar el comportamiento de la estructura terminada. Por ejemplo, puede determinarse la permeabilidad al agua de una probeta o testigo de hormigón pero ello no autoriza a adjudicar a la estructura construída con el mismo hormigón, una vez terminada, la característica determinada sobre la probeta. Ello ocurre porque durante el proceso constructivo intervienen diversas variables que pueden coincidir en sus efectos con las correspondientes al moldeo de la probeta. Tal por ejemplo la distinta compacidad del hormigón en la estructura y en la probeta, que puede ser motivada por la forma de compactación, posibilidad de segregación del hormigón de obra, etc. Es decir que, cuantitativamente, el hormigón de obra puede esperarse que tenga un distinto comportamiento, a pesar de los cuidados que se adopten, que el hormigón empleado para moldear la probeta. Por tal razón es que, en algunos casos, resulta aconsejable realizar ensayos sobre la estructura terminada.

7.9.1. PRUEBAS DE CARGA DIRECTA DE LAS ESTRUCTURAS

Si las Especificaciones Técnicas Complementarias no especifican la exigencia de realizar la prueba de carga, pero la misma debe realizarse de acuerdo con lo previsto en el artículo 8.4.2.c), las circunstancias establecidas en el inciso a) del artículo 7.9.1. del Texto Reglamentario serán fijadas conjuntamente por el Director de Obra y el Proyectista de la estructura. La dirección, ejecución de las pruebas de carga, la cuidadosa lectura del instrumental, y la interpretación de los resultados que se obtengan, serán realizados por un profesional y personal especializados, a juicio del Director de Obra.

Si la prueba de carga se realiza con cargas estáticas, se evitará que durante los ensayos se produzcan choques o vibraciones que puedan afectar al elemento o zona sometidos a ensayo. Las cargas se dispondrán de modo tal que no se produzcan efectos de arco o bóveda capaces de transmitir directamente a los apoyos una parte de la carga aplicada.

Si la prueba de carga se realiza con cargas dinámicas o móviles, éstas deberán aplicarse a una velocidad tan similar como sea posible a las previstas para las cargas reales que se aplicarán en las condiciones de servicio. Salvo disposición expresa en sentido contrario, contenida en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, las cargas dinámicas o móviles podrán sustituirse por cargas estáticas equivalentes.

La forma de aplicación de las cargas debe ser la necesaria para que, en las secciones que se consideran críticas, se produzcan los máximos esfuerzos. Debe tenerse en cuenta asimismo la posibilidad de que los elementos vecinos colaboren para absorber cargas del elemento que se ensaya.

En lo referente a la aplicación de las cargas, es conveniente aplicarlas por incrementos sucesivos, dividiendo para ello la carga total, en lo posible, en por lo menos cuatro partes. Desde el momento en que finaliza la aplicación de una fracción de carga hasta que se inicia la siguiente, deberán dejarse transcurrir intervalos de tiempo sensiblemente iguales y de, como mínimo, 15 minutos, que resulten suficientes para lograr una estabilización de las deformaciones.

Una vez completada la carga total, se dejarán pasar algunas horas antes de retirarla, con el fin de observar cualquier defecto o fisura que pudiese aparecer.

Se llama especialmente la atención sobre el posible efecto perturbador de la temperatura y de la exposición al sol del equipo e instrumental, que pueden producir lecturas erróneas de la medición de las deformaciones. Las mismas causas pueden provocar asimismo variaciones de deformación en los elementos estructurales que se ensayan.

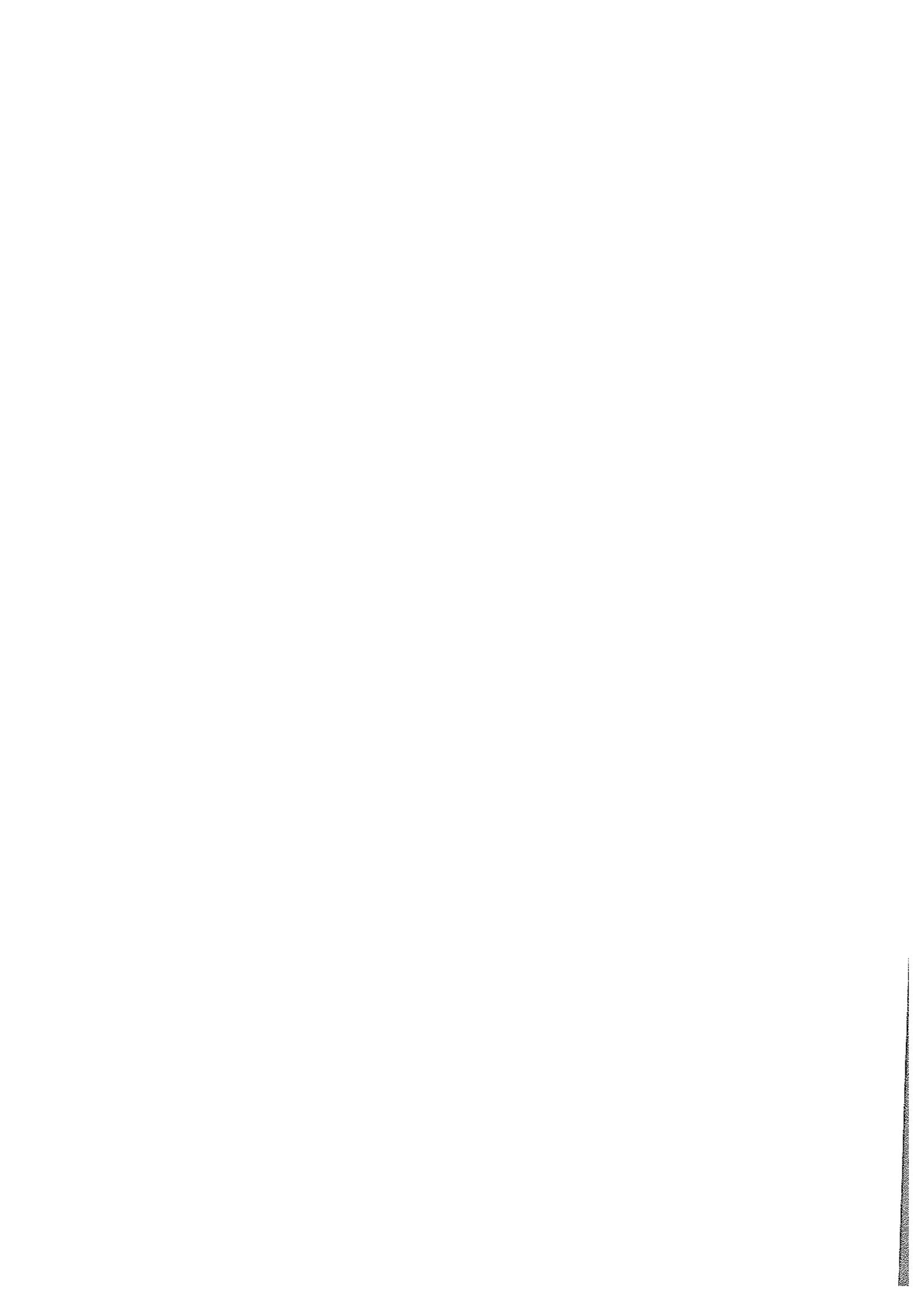
El instrumental de medición debe colocarse y fijarse firmemente a soportes o apoyos firmes y estables, colocados preferentemente a la sombra y alejados de cualquier influencia extraña que pueda deformarlos, como la de posibles vibraciones.

7.9.2. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CARGA DIRECTA DE LAS ESTRUCTURAS

Como norma general, después de haber realizado un primer ciclo de carga-descarga total, la flecha residual estabilizada debe ser menor que $1/5$ de la flecha total medida bajo carga total. Si esto no ocurre, se procederá a realizar un segundo ciclo de carga-descarga, al cabo del cual la flecha residual estabilizada debe ser menor que $1/8$ de la flecha total medida bajo carga en este segundo ciclo.

Pueden admitirse pequeñas variaciones respecto de los valores mencionados, según el tipo de elemento estructural que se ensaye y según la importancia relativa de la sobrecarga respecto a la carga permanente.

Para una mejor interpretación de los resultados, es recomendable medir los movimientos más característicos que se hayan producido durante la realización de la prueba de carga y registrar, al mismo tiempo, la temperatura y humedad ambientales, las condiciones de solemiento y todo otro detalle que pueda influir sobre los resultados de las mediciones.



CAPITULO 8. CONDICIONES DE ACEPTACION DE LAS ESTRUCTURAS TERMINADAS

8.1. DISPOSICIONES GENERALES

- a) Las estructuras terminadas que cumplan todas las exigencias y condiciones que les sean aplicables de este Reglamento, serán aceptadas.
- b) Las estructuras terminadas que no cumplan una o más de las exigencias y condiciones especificadas en este Reglamento, pero que han sido tratadas, acondicionadas o reparadas en la forma que el mismo establece y que, en consecuencia, cumplen sus exigencias y pueden cumplir satisfactoriamente sus funciones en las condiciones de servicio, serán aceptadas.
- c) Las estructuras terminadas que no cumplan una o más de las exigencias y condiciones especificadas y que, a juicio del Director de Obra, no puedan ser reparadas ni modificadas para satisfacer las disposiciones contenidas en este Reglamento, podrán ser rechazadas o aceptadas en las condiciones previstas en este Reglamento y en los documentos contractuales, teniendo en cuenta los resultados de los estudios, ensayos y pruebas especiales que aquél decida realizar y las conclusiones derivadas de los mismos. La aceptación, en caso de que así se decida, puede quedar condicionada a las modificaciones del destino, cargas de servicio u otras que resulten compatibles, a juicio del Director de Obra, con las condiciones de seguridad de la estructura y con la permanencia de la misma en el tiempo, en el lugar de su emplazamiento y en las condiciones de servicio.

8.2. TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE POSICION

- a) Las estructuras o partes de ellas que tengan secciones o dimensiones menores que las admisibles de acuerdo con las tolerancias establecidas en el artículo 12.2., serán consideradas como de resistencia potencialmente no satisfactoria y se les aplicarán las providencias establecidas en el artículo 8.4.
- b) Las estructuras o partes de ellas que tengan secciones o dimensiones mayores que las admisibles de acuerdo con las tolerancias estableci-

das en el artículo 12.2., podrán ser rechazadas, a juicio del Director de Obra, si la eliminación del material en exceso es imposible o si la mencionada operación reduce la resistencia del elemento estructural, la capacidad de carga de la estructura, o impide o dificulta las condiciones de funcionamiento u otras relacionadas con las funciones o aspecto de la estructura. Si a juicio del Director de Obra es posible corregir la deficiencia y se autoriza la eliminación del material en exceso, el Constructor deberá realizar los trabajos que se le indiquen, en forma tal que se mantenga la resistencia y estabilidad del elemento estructural y de la estructura, y se cumplan todos los requisitos previstos referentes al funcionamiento, durabilidad y aspecto de la estructura, en las condiciones de servicio.

- c) Las estructuras o elementos estructurales construidos en lugares o posiciones equivocadas, o fuera de las tolerancias de emplazamiento, podrán ser rechazadas si, a juicio del Director de Obra, ello afecta desfavorablemente a la resistencia, estabilidad, durabilidad, aspecto o condiciones de funcionamiento de la estructura, o si la posición o emplazamiento equivocados, interfiere o perjudica a otras obras o estructuras.
- d) Las superficies de losas terminadas que excedan las tolerancias establecidas en este Reglamento podrán ser corregidas o modificadas, eliminando las protuberancias y nivelando las depresiones con material de características adecuadas, o aplicando otros procedimientos previamente aprobados por el Director de Obra. El Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias especificará en cada caso las tolerancias de terminación seleccionadas entre las siguientes:
- Terminación Clase A: la superficie será plana con una tolerancia de 3,0 mm en 3 m y se verificará con una regla recta colocada sobre cualquier lugar de la losa, en cualquier dirección.
 - Terminación Clase B: reemplazar 3 mm por 6 mm.
 - Terminación Clase C: superficie plana con tolerancia de 6 mm en 60 cm, verificada con una regla recta de 60 cm colocada en cualquier lugar de la losa, en cualquier dirección.

8.3. TERMINACION Y ASPECTO SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS

- a) Las deficiencias referentes al aspecto, color y textura de las superficies de estructuras expuestas a la vista, en las que dichas ca-

racterísticas revistan especial importancia, serán consideradas, apreciadas, reparadas, acondicionadas y tratadas de acuerdo con lo que al respecto establezcan las Especificaciones Técnicas Complementarias y el Director de Obra.

- b) El hormigón no expuesto a la vista no será rechazado por deficiencias de aspecto, color o textura, siempre que la terminación superficial de las estructuras cumpla las condiciones generales establecidas en los artículos 12.4. y 12.5.

8.4. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

8.4.1. Resistencia potencialmente no satisfactoria

La resistencia de la estructura terminada se considerará potencialmente no satisfactoria, si no se han cumplido una o más de las condiciones especificadas que inciden directamente sobre ella. Como deficiencias importantes, relacionadas con lo que acaba de expresarse, aunque sin carácter limitativo, se considerarán las siguientes:

- a) Falta de cumplimiento de las condiciones de resistencia del hormigón establecidas en el artículo 6.6.3.11.1., 6.6.3.11.2. ó 6.6.3.11.3., según corresponda, en relación con la resistencia especificada en los planos y demás documentos del proyecto.
- b) Empleo de barras o cables de acero de diámetros, resistencias o características distintas o inferiores a las establecidas en los planos y demás documentos del proyecto, o colocados y distribuidos en cantidades o posiciones distintas de las especificadas, o de las establecidas en este Reglamento.
- c) Elementos estructurales de dimensiones distintas, o ubicados en posiciones equivocadas, respecto de las que figuran en los planos y que, por tales razones, contribuyan a reducir la resistencia de los mencionados elementos.
- d) Protección inadecuada del hormigón contra las altas o bajas temperaturas en las etapas iniciales del endurecimiento y desarrollo de su resistencia.
- e) Curado deficiente del hormigón, o realizado durante un período menor que el establecido en este Reglamento y que, por tales circunstancias, impidió alcanzar las resistencias especificadas.

- f) Hormigón perjudicado por acciones mecánicas, incendios, remoción prematura de los encofrados, accidentes, traslado prematuro o inconveniente de los elementos premoldeados, aplicación prematura de cargas o tensiones, o por cualquier otra causa que se traduzca en una reducción de la resistencia o de la calidad del material.
- g) Deficiencias provocadas por una mano de obra incompetente, o como consecuencia de métodos constructivos poco cuidadosos o inadecuados, que provoquen una reducción de la resistencia del hormigón o de la estructura.

8.4.2. Estudios complementarios para verificar las condiciones de seguridad de la estructura

Cuando, en base a la información disponible, el Director de Obra considere que la resistencia de la estructura es potencialmente no satisfactoria, podrá disponer:

- a) La revisión del proyecto y la verificación de los cálculos estructurales. Para ello se adoptará como resistencia característica del hormigón de los elementos estructurales considerados, la determinada mediante los resultados de los ensayos de resistencia realizados durante el proceso constructivo de los mismos, teniendo en cuenta además la información derivada de los ensayos establecidos en el inciso b), si se hubiesen realizado.
- b) La realización de estudios y ensayos especiales, con el fin de verificar las características y propiedades del hormigón que forma parte de la estructura, y las condiciones de la estructura. Lo expresado tiene especial aplicación cuando los ensayos realizados para controlar la calidad del hormigón de obra durante el proceso constructivo, arrojen resultados menores que los especificados y, en consecuencia, se considere que tanto el hormigón con que se ejecutó la estructura, como la estructura misma, tienen resistencias potencialmente no satisfactorias. Las mismas consideraciones tienen validez en los casos en que existan dudas respecto de los resultados obtenidos en los mencionados ensayos.

Al efecto podrá disponerse la extracción y ensayo de testigos representativos del hormigón de la estructura, en las condiciones establecidas en el artículo 7.7. y en número adecuado, preferentemente ma-

por que el mínimo indicado en el inciso e) del artículo mencionado. Los resultados de los ensayos de testigos extraídos de la estructura podrán ser complementados, como medio auxiliar de establecer la homogeneidad y resistencias relativas del hormigón de la estructura, por ensayos no destructivos, como el ultrasonido, realizados de acuerdo con métodos normalizados y suficientemente experimentados, con las limitaciones establecidas en los artículos 7.7.b) y c). En todos los casos, sin excepción, la interpretación de los resultados de los ensayos no destructivos deberá ser realizada por un profesional especializado en el tema, a juicio del Director de Obra.

- c) La realización de pruebas de carga directa de la estructura, con medición de las cargas y las correspondientes deformaciones que permitirán realizar la evaluación de resultados. Ello estará especialmente indicado en caso de que la extracción y ensayo de testigos de la estructura no resulte posible, práctico o conveniente, o no permita eliminar dudas o sacar conclusiones, o si las verificaciones y cálculos estructurales no permiten determinar ni confirmar el grado de seguridad de la estructura. (Ver el artículo 7.9.1.).

En cualquier momento de la prueba en que se observen indicios que señalen una posibilidad de peligro de ruina de la estructura, el ensayo será interrumpido. Al efecto, se adoptarán todas las medidas de seguridad necesarias para evitar la posibilidad de que se produzcan accidentes durante las operaciones que se realicen.

8.5. ADOPCION DE DECISIONES EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS REALIZADOS

Las estructuras que de acuerdo con los resultados de los estudios, ensayos, verificaciones y pruebas descritos en el artículo 8.4.2. cumplan las condiciones de seguridad establecidas en este Reglamento, serán aceptadas. En caso contrario, el Director de Obra adoptará las decisiones que estime corresponder, de las que sin carácter limitativo, se enumeran a continuación:

- a) Rechazo, demolición y reemplazo del sector, elementos estructurales o estructuras que no cumplan las condiciones de seguridad establecidas.
- b) Refuerzo de los elementos estructurales o estructuras que, a juicio del Director de Obra, puedan ser reforzados con el fin de que se cumplan

plan las condiciones de seguridad establecidas. En este caso, previamente a la ejecución de los trabajos, el Constructor deberá someter a la aprobación del Director de Obra el plan de refuerzos que se propone realizar, a los efectos de que la estructura pueda cumplir satisfactoriamente las funciones que le corresponden en las condiciones de servicio, con el grado de seguridad previsto en este Reglamento.

- c) En los casos en que ello sea posible, aprovechamiento de la estructura con reducción de las cargas de explotación, a valores compatibles con los resultados obtenidos en los estudios, ensayos y verificaciones realizados, y con las condiciones de seguridad establecidas por este Reglamento.

8.6. DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA DEMOLICION DE ELEMENTOS O ESTRUCTURAS

Cuando se disponga la demolición de una estructura o parte de ella, la tarea incluirá también las de protección, reparación, demolición de las obras o estructuras existentes o ejecutadas que resulten o puedan resultar afectadas por la citada demolición. Los materiales o escombros resultantes de la demolición serán transportados y depositados fuera de la zona de obra.

CAPITULO 9. PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL HORMIGON A OBRA

9.1. ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

Los materiales componentes del hormigón se almacenarán de acuerdo con lo establecido en los artículos 6.2.3. y 6.3.3. de este Reglamento.

9.2. INFORMACIONES SOBRE LA COMPOSICION DEL HORMIGON

En un lugar visible de la planta de medición de los materiales, en forma clara y a la vista del operador encargado del manejo de aquélla, se indicarán las cantidades de materiales componentes (kg/m^3) que integrarán cada metro cúbico de hormigón compactado de las distintas Clases o tipos, y cada pastón de hormigón (kg). Asimismo se indicarán, de acuerdo con el detalle que sigue, las demás informaciones que permitan identificar, en forma indubitable, el tipo y características principales del hormigón que se elabore:

- a) Resistencia característica del hormigón y edad especificada.
- b) Consistencia (asentamiento) del hormigón fresco.
- c) Razón agua/cemento del hormigón, en masa.
- d) Contenido de agua (cantidad medida, más agua aportada por los agregados en forma de humedad superficial).
- e) Tipo y cantidad de cemento por cada m^3 de hormigón compactado.
- f) Tipo y cantidad de cada fracción de agregado fino y grueso que debe medirse separadamente.
- g) Tipo, marca y cantidad de cada aditivo.

9.3. PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL HORMIGON PREPARADO EN OBRA

9.3.1. Medición de los materiales componentes del hormigón

9.3.1.1. Equipos de medición. Disposiciones generales

- a) Los equipos de medición cumplirán en todo lo establecido en el artículo 5.1.2.

La instalación estará aislada en forma tal que los movimientos y vibraciones que se produzcan en la zona de la planta no impidan que, en condiciones de pleno funcionamiento, aquélla opere dentro

de las tolerancias establecidas.

- b) Los dispositivos empleados para la medición del agua de mezclado no deben resultar afectados, ni producirán errores de medición fuera de la tolerancia establecida, si varía la presión del agua en la tubería de alimentación.
- c) Cualquiera sea el tipo de equipos, se los someterá a frecuentes operaciones de limpieza de balanzas y articulaciones, y a controles periódicos de funcionamiento, debiendo encontrarse permanentemente en perfectas condiciones de uso. En caso de incumplimiento de esta condición, el Director de Obra dispondrá la suspensión inmediata de las operaciones de hormigonado. El equipo solamente será operado por personal idóneo y experimentado.

(Ver el anexo a este artículo)

9.3.1.2. Medición del cemento y otros materiales cementicios

- a) El cemento y otros materiales cementicios se medirán en masa, con un error menor de $\pm 3,0\%$. No se requerirá pesar el cemento contenido en bolsas originales enteras, ni se permitirá emplear fracciones de bolsa, salvo el caso en que la fracción sea pesada.
- b) El cemento se medirá separadamente de los agregados. Sólo se pondrá en contacto con ellos en el momento de su ingreso a la hormigonera.

(Ver el anexo a este artículo)

9.3.1.3. Medición de los agregados

- a) La arena y cada fracción de distinto tamaño y granulometría que constituya el agregado grueso, se medirán en masa, separadamente. El error de medición de cada una de las fracciones mencionadas será menor de $\pm 3,0\%$, en masa.
- b) A los efectos de ser tenidas en cuenta en las mediciones de los agregados y del agua de mezclado, se realizarán determinaciones frecuentes del contenido de humedad superficial de aquéllos.
- c) Los agregados sólo podrán medirse en volumen excepcionalmente y en el caso de hormigones H-I, o si se trata de construcciones auxiliares, y cuando ello esté expresamente autorizado por el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias. En este caso la medición se realizará cuidadosamente, en volúmenes aparentes de materiales sueltos.

(Ver el anexo a este artículo)

9.3.1.4. Medición de los aditivos

Los aditivos líquidos se medirán en volumen. Los que se encuentran en estado pulverulento se medirán en masa. En cualquiera de los casos el error de medición será menor de $\pm 5,0\%$.

9.3.1.5. Medición del agua

- a) El agua podrá medirse en masa o en volumen. El error de medición no excederá de $\pm 3,0\%$.
- b) Al medir el agua de mezclado, se tendrá en cuenta el agua aportada por los agregados en forma de humedad superficial, a los efectos de efectuar la corrección correspondiente.
- c) Los agregados que, en el estado de humedad en que se encuentren, sean capaces de absorber agua de la mezcla en cantidad apreciable, deberán ser humedecidos previamente a su medición e introducción en la hormigonera, a los efectos de que, tanto al introducirlos en ella como una vez finalizado el mezclado y hasta el momento de colocación del hormigón en los encofrados, no reduzcan el contenido de agua de la mezcla y su asentamiento.

9.3.2. Mezclado del Hormigón

- a) El hormigón será mezclado hasta obtener una distribución uniforme de todos sus materiales componentes, en especial del cemento y de los aditivos, y una consistencia uniforme en cualquier porción del pastón.
- b) La operación se realizará únicamente en forma mecánica y estará a cargo de un operador experimentado, capaz de producir hormigón de la consistencia especificada, dentro de las tolerancias establecidas en la Tabla 9 del artículo 6.6.3.10.f).
- c) Sólo se mezclará la cantidad de hormigón necesaria para su empleo inmediato en el moldeo de las estructuras.
- d) En la elaboración del hormigón H-II no se permitirá el empleo de hormigoneras de capacidad útil menor de 250 dm^3 . Para hormigón H-I se recomienda emplear hormigoneras de una capacidad útil tal que permita elaborar pastones de bolsa entera de cemento.
- e) Una porción del agua de mezclado ingresará al tambor de la hormigonera

antes que los materiales sólidos. El resto, conjuntamente con los aditivos, ingresará antes que transcurran 25 segundos desde que ingresaron los materiales sólidos.

- f) Los aditivos químicos ingresarán al tambor de la hormigonera en forma de soluciones acuosas, como parte del agua de mezclado.

Cuando el hormigón contenga dos o más aditivos, las soluciones de am bos se almacenarán, medirán e ingresarán separadamente al tambor de mezclado. En este caso debe tenerse especialmente en cuenta lo esta blecido en el artículo 6.6.3.7. inciso f).

- g) Para las hormigoneras de tipo convencional, el tiempo de mezclado, para pastones de hasta $1,0 \text{ m}^3$, no será menor de 90 segundos contados a partir del momento en que todos los materiales y el total del agua de mezclado, ingresaron al tambor de la hormigonera. Siempre que se demuestre que con los equipos disponibles se puede lograr un hormi-
gón con las condiciones de uniformidad y resistencia exigidas, con 60 segundos de mezclado, éste será el tiempo mínimo. Para capacida-
des útiles mayores que la indicada, el tiempo de mezclado se incre-
mentará en 15 segundos por cada 750 dm^3 o fracción menor en exceso.

Si los tiempos mínimos de mezclado establecidos fuesen insuficientes para asegurar la homogeneidad del hormigón se los incrementará en lo necesario para lograr el grado de uniformidad deseado sin signos de segregación. Para hormigoneras de capacidad útil de hasta 2 m^3 , el tiempo de mezclado máximo, en condiciones normales de trabajo y ambientales, no excederá de 5 minutos. Para capacidades útiles ma-
yores, el tiempo máximo de mezclado no excederá del tiempo indispen-
sable para que se obtenga un hormigón uniforme.

- h) El mezclado manual queda expresamente prohibido. Sólo será tolerado en casos excepcionales, para pequeños volúmenes de hormigón de resis-
tencias características de hasta $8,0 \text{ MN/m}^2$ (80 kgf/cm^2) a la edad de 28 días, o para completar el moldeo de un elemento estructural en ca so de desperfecto de la hormigonera.
- i) Cuando el hormigón sea mezclado mediante motohormigoneras, se cumpli rán las condiciones de mezclado establecidas en la norma IRAM 1666.
- j) Respecto a las temperaturas del hormigón fresco, ver los artículos 11.1.1. (hormigonado en tiempo frío) y 11.2. (hormigonado en tiempo

caluroso).

(Ver el anexo a este artículo)

9.3.3. Transporte del hormigón a obra

9.3.3.1. Disposiciones generales

- a) Durante el transporte del hormigón a obra se adoptarán las disposiciones y cuidados necesarios para que llegue al obrador con la mayor rapidez posible después de finalizado el mezclado, sin segregación de sus materiales componentes pérdidas de los mismos, contaminación con materias extrañas ni agregados de cantidades adicionales de agua, en exceso de la que corresponde al tipo o clase de los hormigones de que se trate. En general, se lo protegerá contra cualquier efecto climático perjudicial.
- b) En tiempo caluroso, la temperatura del hormigón fresco en el momento de la descarga del vehículo de transporte, será menor de 30°C. Respecto de las temperaturas correspondientes al hormigonado en tiempo frío, ver el artículo 11.1.
- c) En el momento de su descarga en obra, el hormigón tendrá el asentamiento (IRAM 1536) especificado.

9.3.3.2. Transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación

- a) El hormigón de asentamiento máximo de hasta 5 cm podrá ser transportado desde el lugar de su elaboración hasta el obrador, mediante vehículos de las características que se indican en el inciso b), desprovistos de dispositivos agitadores. En ningún caso la distancia máxima de transporte, realizada en estas condiciones, excederá de 5 km. Por razones de segregación, dicha distancia máxima tendrá especialmente en cuenta la lisura del camino por donde circulará el vehículo.
- b) Los vehículos de transporte desprovistos de dispositivos agitadores tendrán cajas metálicas, lisas, estancas y preferentemente de aristas y vértices redondeados. Estarán provistas de puertas que permitan controlar la descarga del hormigón, y de los medios o cubiertas necesarias para protegerlos contra las acciones climáticas y contra toda posibilidad de contaminación con sustancias extrañas. Dichos vehículos deberán ser sometidos a la aprobación del Director de Obra previamente a la iniciación de las tareas de transporte.

- c) Estos vehículos deben ser completamente descargados antes de que transcurran, como máximo, 30 minutos después de la finalización del mezclado del hormigón. Este, al ser descargado, deberá tener la uniformidad de composición deseada, sin presentar signos de segregación. En época de tiempo caluroso o en condiciones que favorezcan el endurecimiento prematuro del hormigón, el Director de Obra establecerá tiempos máximos de descarga menores que el especificado según sea el tiempo de fraguado inicial del hormigón (IRAM 1662) correspondiente al momento considerado. Cuando se autorice el empleo de aditivos retardadores, se procederá con criterio similar.

9.3.3.3. Transporte del hormigón a obra mediante el empleo de motohormigoneras o de equipos agitadores

- a) Los citados vehículos cumplirán las condiciones establecidas en la norma IRAM 1666 .
- b) Si el hormigón se ha mezclado completamente en planta central fija o motohormigonera, habiéndose cumplido 100 revoluciones con velocidad de mezclado, al realizar el transporte las revoluciones que excedan de dicha cifra tendrán velocidad de agitación.
- c) Cuando la motohormigonera llega al obrador con el tambor girando a velocidad de agitación, antes de proceder a la descarga, se realizará un remezclado del hormigón con la velocidad de giro del tambor correspondiente a mezclado. En número mínimo de vueltas será el que asegure la uniformidad de composición del hormigón, sin evidenciar signos de segregación de los materiales, y en ningún caso será menor de 25 vueltas.
- d) La descarga total de los vehículos deberá producirse antes de que transcurran 90 minutos contados a partir del momento en que el agua se puso en contacto con el cemento o con los agregados húmedos, o antes de que se alcance el límite de 300 revoluciones a partir del momento indicado, lo que ocurra primero.

En tiempo caluroso o en condiciones que favorezcan el endurecimiento prematuro del hormigón, el Director de Obra podrá reducir adecuadamente el tiempo indicado anteriormente, teniendo en cuenta el tiempo de fraguado inicial del hormigón (IRAM 1662) correspondiente al momento considerado.

9.4. PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL HORMIGON ELABORADO

- a) Salvo el caso de que en el presente capítulo se establezca lo contrario, la medición de los materiales, el mezclado y el transporte del hormigón elaborado se realizarán de acuerdo con lo establecido en la norma IRAM 1 666 .
- b) En ningún caso el equipo necesario para su producción cumplirá exigencias menores que las establecidas en el artículo 9.3.

(Ver el anexo a este artículo)

ANEXOS AL CAPITULO 9

INDICE

9.3.1.1. EQUIPOS DE MEDICION. DISPOSICIONES GENERALES	A.9 - 1
9.3.1.2. MEDICION DEL CEMENTO Y OTROS MATERIALES CEMENTICIOS	A.9 - 2
9.3.1.3. MEDICION DE LOS AGREGADOS	A.9 - 2
9.3.2. MEZCLADO DEL HORMIGON	A.9 - 3
9.4. MEZCLADO DEL HORMIGON ELABORADO	A.9 - 4

ANEXOS AL CAPITULO 9

9.3.1.1. EQUIPOS DE MEDICION, DISPOSICIONES GENERALES

Los equipos de medición serán de operación manual, semi-automática o automática, de acuerdo con lo que se establezca en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias.

Las balanzas serán de brazos múltiples, preferentemente de cuadrantes graduados. El diámetro de los cuadrantes permitirá una fácil lectura desde el suelo y desde el lugar donde se encuentre el operador de la planta. La aguja indicadora recorrerá por lo menos 1 mm de la circunferencia graduada al colocar sobre la balanza un incremento de masa de 10 kg. El Constructor dispondrá de por lo menos diez pesas de 25 kg cada una (controladas por la Oficina de Pesas y Medidas de la Nación o por un laboratorio especializado en metrología) a los efectos de la verificación periódica de las balanzas de la planta. Se recomienda que las balanzas estén provistas de un equipo de advertencia, capaz de indicar el momento en que en la tolva se ha completado la cantidad de material a medir. Asimismo, dispondrán de dispositivos adecuados que impidan el ingreso de material a las tolvas si no se ha producido la descarga total correspondiente al pastón anterior. La descarga del silo a la tolva se producirá rápida y libremente, con segregación mínima.

Los equipos de medición automáticos o semi-automáticos dispondrán de dispositivos capaces de registrar sobre una cinta de papel la cantidad de cada uno de los materiales que integran cada pastón de hormigón.

El Constructor entregará al Director de Obra un ejemplar completo de las instrucciones para la instalación, ajuste y operación de las balanzas. Otro ejemplar se mantendrá a la vista del operador de la planta. Antes de iniciar las tareas de hormigonado, el Constructor, en presencia del Director de Obra o de su representante autorizado, procederá a realizar el contraste de las balanzas. Posteriormente dicha tarea se realizará preferentemente cada semana y por lo menos una vez por mes, o cuando se observen inconvenientes en el funcionamiento.

La verificación se realizará desde balanzas sin carga hasta la capacidad máxima de cada una. Al comienzo de cada jornada de trabajo se verificará:

- que las agujas indicadoras de las balanzas descargadas indiquen la graduación cero;
- el adecuado funcionamiento de todas las partes que integran el equipo de medición de los materiales.

Cuando lo disponga el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, los dispositivos empleados para medir los aditivos líquidos serán mecánicos y automáticos. En todos los casos, estarán provistos de recipientes graduados transparentes, de vidrio o de material plástico, del volumen necesario para medir de una sola vez la cantidad total de aditivo, o de la solución que lo contenga, correspondiente a cada pastón. Los recipientes de medición se mantendrán permanentemente limpios y a la vista del operador.

9.3.1.2. MEDICION DEL CEMENTO Y OTROS MATERIALES CEMENTICIOS

- a) Periódicamente se verificará la masa de cemento contenido en las bolsas.
- b) Cuando lo disponga el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias, deberá disponerse de una balanza especialmente dedicada a la medición del cemento.

9.3.1.3. MEDICION DE LOS AGREGADOS

- b) Cuando corresponda, en función del volumen e importancia de la obra, el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias establecerá la obligatoriedad de instalar en el silo o silos destinados al almacenamiento y medición de la arena, un medidor eléctrico capaz de indicar, con una variación menor de $\pm 0,5\%$, el contenido de humedad superficial de la misma en el momento de su medición.
- c) Cuando los agregados se midan en volumen, deberán emplearse recipientes de pequeña sección y gran altura (mayor que su diámetro medio), con el objeto de reducir los errores de medición. Al realizar la medición, serán enrasados con el borde superior del recipiente.

En obra deberán determinarse en forma simultánea y frecuente, especialmente en el caso de la arena, la masa de la unidad de volumen del agregado suelto, y el contenido de humedad superficial del mismo.

En general, las mediciones en volumen no son aconsejables por las grandes dispersiones de resistencia y de otras características a que dan lugar.

9.3.2. MEZCLADO DEL HORMIGÓN

- b) El equipo tendrá las características adecuadas al tipo y proporciones del hormigón a mezclar y será operado de acuerdo con las instrucciones de su fabricante. Dichas instrucciones estarán al alcance inmediato del operador.
- d) El tipo y la capacidad útil de las mezcladoras se someterán a la aprobación del Director de Obra, previamente a la iniciación de las tareas de mezclado. La capacidad del equipo de mezclado tendrá relación directa con el volumen e importancia de la obra y con las condiciones de moldeo de las estructuras. La descarga de las mezcladoras se realizará sin producir la segregación del hormigón.

El tambor de la hormigonera no se sobrecargará por encima del volumen útil establecido por el fabricante, ni girará a una velocidad distinta de la de régimen fijado por el mismo, o necesario para obtener un mezclado eficiente.

A juicio del Director de Obra, las hormigoneras de una capacidad útil de 1 m^3 ó más, estarán provistas de un contador de pastones y de un dispositivo de seguridad que impida realizar la descarga del hormigón si no ha transcurrido el tiempo de mezclado establecido. Para capacidades útiles menores, se adoptarán cuidados y precauciones especiales para suplir los dispositivos mencionados.

Las paletas del tambor de la hormigonera serán reparadas o reemplazadas cuando su desgaste supere el 10% de su altura original.

- e) Si después de realizado el mezclado se produjese el fenómeno de "falso fragle", el remezclado se realizará sin agregar agua al pastón.

- Lo establecido en el inciso e) respecto del momento de ingreso de los aditivos a la hormigonera, es importante en todos los casos y muy especialmente en el caso de los aditivos retardadores.
- g) Para las hormigoneras de tipo no convencional, como por ejemplo las de eje de rotación vertical, el tiempo de mezclado se establecerá en forma experimental, controlando la uniformidad de composición de la mezcla obtenida.
- h) El mezclado manual que excepcionalmente debiera hacerse, se realizará sobre una bandeja metálica o sobre un piso plano de material no absorbente, en cantidad no superior a 250 dm^3 por pastón. La operación se realizará en forma continua hasta obtener una masa de aspecto y características homogéneas, similares a las que se obtienen mediante el mezclado mecánico.
- i) Si una vez que todos los materiales, incluso el agua, han ingresado al tambor de la motohormigonera, y al cumplirse 100 revoluciones con velocidad de mezclado, el hormigón aún no tiene la uniformidad de composición deseada, se suspenderá el empleo del citado equipo, excepto el caso en que, con una menor cantidad de materiales en el tambor, o con una secuencia más eficiente de carga del mismo, se logre dicha uniformidad.

9.4. MEZCLADO DEL HORMIGON ELABORADO

Las disposiciones contenidas en el artículo 9.3.2. también son de aplicación cuando el hormigón elaborado se mezcle en planta central fija.

En general, se recomienda que el volumen de hormigón contenido en el tambor de mezclado del camión mezclador (motohormigonera), no exceda del máximo correspondiente a la capacidad útil de mezclado establecida por el fabricante del mencionado equipo.

Cuando el mezclado se realice en camiones mezcladores, el agua de mezclado se hará ingresar al tambor de la motohormiguera bajo estrictas condiciones de control. El ingreso se realizará preferentemente al llegar el camión a la obra, o en la planta central de mezclado. En ninguna circunstancia se hará in-

gresar el agua estando el camión en tránsito. Una vez que ha ingresado la cantidad total de agua de mezclado y habiéndose completado esta operación, no se permitirá modificar en forma alguna las cantidades de materiales que integran el hormigón fresco contenido en el tambor, salvo indicación expresa del Director de Obra y control de las modificaciones por el mismo o su representante autorizado.

b) A los efectos de que el hormigón elaborado alcance un alto grado de uniformidad de características, se destaca la importancia que reviste la operación de remezclado del mismo después de transportado en motohormigoneras cuyos tambores han girado a velocidad de agitación. El cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 9.3.3.3.c.), permitirá alcanzar el objetivo mencionado.

CAPITULO 10. MANIPULEO Y TRANSPORTE, COLOCACION, COMPACTACION Y CURADO DEL HORMIGON

DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS DE HORMIGON

DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO

MANIPULEO Y TRANSPORTE, COLOCACION, COMPACTACION Y CURADO DEL HORMIGON

10.1. MANIPULEO Y TRANSPORTE DEL HORMIGON EN EL OBRADOR

- a) El hormigón será conducido desde la hormigonera, o desde el lugar de descarga del camión mezclador, hasta el lugar de su colocación definitiva en los encofrados, con la mayor rapidez posible y sin interrupciones. Para ello se emplearán únicamente métodos y procedimientos que eviten la segregación del mismo y la pérdida de sus materiales componentes, asegurando el mantenimiento de la calidad especificada. La composición del hormigón será adecuada para obtener la uniformidad de composición del hormigón fresco a que se ha hecho referencia anteriormente.
- b) El tiempo transcurrido entre los momentos de llegada de dos pastones consecutivos de hormigón del mismo tipo, al lugar de su colocación en los encofrados, no excederá de 20 minutos.
- c) Todo método de transporte o conducción que implique la continua exposición al aire de una vena delgada de hormigón (cintas transportadoras, canaletas, etc.) sólo podrá ser empleado como método auxiliar, para zonas reducidas y aisladas de la estructura. Lo expresado tendrá especial validez en épocas de temperaturas ambientes iguales o mayores de 30°C. En caso necesario, el hormigón será protegido para evitar su secado, o la elevación de su temperatura durante el transporte.
- d) Para realizar el transporte del hormigón por bombeo se requerirá la

aprobación previa por el Director de Obra, del equipo, dosificación del hormigón, y condiciones de funcionamiento de la bomba para el hormigón de las características y proporciones previstas para ejecutar la estructura. La composición del hormigón será ajustada de modo tal que, sin variar las características establecidas, permita el transporte por bombeo. El equipo tendrá características y capacidad adecuadas, será operado por personal idóneo y experimentado, y no producirá vibraciones que puedan afectar al hormigón recientemente colocado en obra. Entregará una vena continua de hormigón no segregado y de las características establecidas, en el lugar de descarga de la tubería. Esta tendrá un diámetro interno por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo nominal del agregado grueso contenido en el hormigón. Las tuberías cumplirán la condición establecida en el artículo 5.1.4.

(Ver el anexo a este artículo)

10.2. COLOCACION Y COMPACTACION DEL HORMIGON

10.2.1. Preparación y operaciones previas a la colocación

- a) Las operaciones de hormigonado no serán iniciadas si el Director de Obra no ha verificado previamente las dimensiones, niveles, alineaciones, estanqueidad y condiciones de los encofrados, las armaduras (dimensiones y estado superficial), las superficies de fundación, los apuntalamientos de los encofrados y otros elementos de sostén, y la disponibilidad de equipos, materiales y mano de obra necesarios para realizar la colocación, compactación, terminación y curado continuos de los elementos estructurales. La colocación del hormigón en los moldes se iniciará después que el Director de Obra haya dado su autorización escrita para ello. En caso de que las operaciones no sean iniciadas dentro de las 24 horas de haber sido autorizadas, se requerirá una nueva autorización para iniciarlas. Dicha autorización no exime al Constructor de su total responsabilidad en lo que se refiere a la ejecución de las estructuras de acuerdo con lo que se establece en los planos, en este Reglamento, en las Especificaciones Técnicas Complementarias y demás documentos del proyecto. Tampoco lo eximen de las condiciones de seguridad inherentes tanto a las tareas a realizar como a la estructura terminada. Todas las operaciones de colocación se realizarán bajo la supervisión de personal competente del Constructor.

b) Las superficies de fundación y otras superficies que se pondrán en contacto con el hormigón, se encontrarán perfectamente consolidadas, limpias y libres de aceites, grasas, materiales sueltos, agentes agresivos y sustancias extrañas. Con excepción del caso en que el hormigón se coloque bajo agua, del lugar que debe ocupar el mismo se eliminará el agua estancada, barro, escombros sueltos y toda sustancia extraña. El hormigón tampoco se colocará sobre terrenos o superficies de fundación congelados o que estén cubiertas por hielo, nieve o materiales congelados. En caso de superficies congeladas, las mismas se descongelarán hasta la profundidad necesaria para que, durante la colocación del hormigón, la superficie de contacto no vuelva a congelarse nuevamente durante el período de protección establecido.

El hormigón no se colocará sin antes haber aplanado y compactado el suelo hasta un grado óptimo, y haberlo posteriormente humedecido en forma adecuada. No se colocará hormigón en contacto con agua en movimiento. Las superficies de apoyo porosas serán convenientemente humedecidas y se sellarán de manera adecuada.

Las zapatas, losas y otros elementos de fundación de hormigón armado, no apoyarán directamente sobre el suelo. Este después de compactado y alisado será cubierto con una capa de hormigón simple (capa de limpieza) de por lo menos 5,0 cm de espesor, de igual calidad que la del hormigón que constituye el elemento de fundación que apoyará sobre ella. El hormigón de la capa deberá haber endurecido suficientemente antes de construir sobre ella el elemento de fundación. El espesor de la capa no será tenido en cuenta a los efectos del dimensionamiento estructural.

- c) De las superficies internas de los encofrados se eliminará todo resto de mortero u hormigón endurecidos. Cualquier sustancia extraña, restos de madera, etc. que ocupen el lugar donde se colocará el hormigón, será eliminada.
- d) Todo resto de aceites, grasas, productos antiadhesivos para encofrados, mortero u hormigón, o sustancias igualmente perjudiciales, será eliminado de la superficie de las armaduras y elementos metálicos que deban quedar incrustados en el hormigón.
- e) Las superficies internas de los encofrados porosos se humedecerán

convenientemente y podrán cubrirse con un agente antiadhesivo u otra sustancia de características similares, capaz de facilitar el rápido y limpio desencofrado de las estructuras, sin producir roturas del hormigón, y sin mancharlo, ablandarlo, ni decolorarlo. Las superficies no absorbentes podrán cubrirse con un agente antiadhesivo o sustancia similar de efecto equivalente. No se empleará antiadhesivo alguno sin antes haberlo ensayado y sin contar con la autorización previa del Director de Obra.

(Ver el anexo a este artículo)

- f) En el momento de la colocación del hormigón, sobre las superficies de los encofrados no existirán acumulaciones de agua ni de otros líquidos.

10.2.2. Disposiciones generales sobre la colocación del hormigón

- a) Las operaciones de hormigonado, en particular en el caso de los elementos estructurales de grandes dimensiones, se realizarán de acuerdo con un plan de trabajo cuidadosamente establecido de antemano, que el Constructor someterá a la consideración del Director de Obra antes de iniciar la colocación del hormigón. Dicha colocación se iniciará inmediatamente después de las operaciones de mezclado y transporte. En el caso del hormigón elaborado, comenzará inmediatamente después de la descarga del camión mezclador. En todos los casos el moldeo de los elementos estructurales se realizará con suficiente anticipación al momento en que el hormigón alcance el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662).
- b) El Constructor comunicará al Director de Obra con anticipación suficiente y no menor de 48 horas, la fecha y hora de iniciación de las tareas de hormigonado. Para edificios de varios pisos, dicha información se comunicará para cada piso.

Si se produjesen interrupciones en las operaciones de hormigonado, se informará con la misma anticipación respecto a la fecha de reiniciación de los trabajos.
- c) El hormigón que no reúna las características especificadas, que haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662) o que se haya contaminado con sustancias extrañas, no será colocado en obra.
- d) El hormigón se colocará en capas horizontales y continuas cuyo espe-

sor no excederá de 50 cm, ni del espesor que pueda ser perfectamente compactado, de modo tal que cada nueva capa colocada constituya un todo monolítico con la capa o capas colocadas previamente.

Cada capa de hormigón quedará colocada y compactada antes que en la capa precedente se haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662)

(Ver el anexo a este artículo)

- e) No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores de 1,50 metros. Para alturas mayores, la operación se realizará empleando embudos y conductos cilíndricos verticales ajustables, rígidos o flexibles, para conducir la vena de hormigón.

El hormigón no será arrojado a través de las armaduras o dentro de encofrados profundos, sin emplear el equipo descripto. El conducto se mantendrá permanentemente lleno de hormigón, y el extremo inferior sumergido en la masa de hormigón fresco.

(Ver el anexo a este artículo)

- f) El ingreso del hormigón a los encofrados se realizará en forma continua y con la menor velocidad posible. En las operaciones de colocación solamente intervendrá personal experimentado.
- g) Durante las operaciones de colocación y compactación no deberá producirse el desplazamiento ni la deformación de las armaduras respecto del lugar y de las formas establecidos en los planos.
- h) Cuando el hormigón se coloque sobre una superficie inclinada, la operación se iniciará en el punto mas bajo de aquélla. El asentamiento de la mezcla se reducirá convenientemente.
- i) No se realizarán operaciones de hormigonado si las condiciones climáticas (lluvia, viento, nieve, etc.) pueden perjudicar la calidad del hormigón o impedir que las operaciones de colocación y compactación se realicen en forma adecuada.

Salvo el caso de que se posean medios adecuados y eficaces para proteger al hormigón y evitar los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas (ver el artículo 11.1.2.) las operaciones de colocación serán interrumpidas en los casos indicados en el artículo 11.1.2.c).

- j) Cuando por cualquier circunstancia deba interrumpirse la construcción

de la estructura durante un tiempo prolongado, se adoptarán las precauciones necesarias para proteger a las barras salientes de las armaduras contra los efectos de la corrosión. Al reiniciar los trabajos se verificará el estado de las barras. Las barras corroídas deberán ser reemplazadas.

10.2.3. Moldeo de bases, columnas, vigas y losas

- a) Las bases o zapatas de fundación se ejecutarán preferentemente en una operación continua. En condiciones normales de temperatura se dejarán endurecer por lo menos durante 24 horas antes del moldeo de las columnas, muros, etc. que apoyen sobre ellas.
- b) Después del moldeo de columnas y muros, por lo menos deberá dejarse transcurrir 3 horas antes de hormigonar las vigas y losas que apoyen sobre las columnas y muros.

(Ver el anexo a este artículo)
- c) En las vigas T, siempre que sea posible, el nervio y la losa se hormigonarán simultáneamente. En caso contrario, después del moldeo del nervio y antes de moldear la losa, la superficie de contacto será tratada como una junta de construcción (ver el artículo 10.2.5.1.). Se adoptarán además las medidas necesarias para absorber los esfuerzos de corte que se producirán en la superficie de contacto entre nervio y losa.
- d) Las losas se hormigonarán por franjas continuas y paralelas del espesor de la losa, preferentemente en la dirección de la luz menor. El ancho de las franjas será el que corresponda para que al colocar el hormigón de la franja contigua, en la anterior no se haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662).

10.2.4. Compactación del hormigón

- a) Durante e inmediatamente después de su colocación en los encofrados el hormigón será compactado hasta alcanzar la máxima densidad posible, sin producir su segregación, y sin que queden porciones de hormigón sin consolidar. La operación deberá permitir un llenado completo de los moldes, y la estructura terminada estará libre de acumulaciones de agregado grueso ("nidos de abeja"), vacíos y otras imperfecciones que perjudiquen a la resistencia, durabilidad y aspecto de aquella. Después de finalizada la operación, el hormigón debe envolver perfecta-

mente a las armaduras, vainas de las estructuras postesadas, y demás elementos que quedarán incluidos en la masa de hormigón, y llenar correctamente los encofrados, sus vértices y aristas, debiendo obtenerse un contacto pleno con las superficies internas de los moldes, hacia las que debe fluir libremente el mortero. En el caso particular de ejecución de las fundaciones de cierto espesor, se evitará la formación de juntas de trabajo, debiendo constituirse todo el espesor en forma de elemento monolítico. En todos los casos, el hormigón que se compacte por vibración debe haber sido especialmente proyectado (dosificado) al efecto, y después de la compactación no debe observarse exceso de agua en la superficie superior del hormigón compactado. Su asentamiento (IRAM 1536) en general, será menor de 10,0 cm.

- b) Especialmente en el caso de las mezclas de asentamiento de hasta 10,0 cm, la compactación se realizará preferentemente por vibración mecánica de alta frecuencia, aplicada mediante vibradores de inmersión, operados únicamente por obreros especializados y competentes. En todos los casos en que resulte necesario, la vibración mecánica será complementada por compactación manual u otros medios que permitan obtener la total compacidad de la mezcla.

En caso de emplearse únicamente compactación manual, especialmente si el asentamiento de la mezcla es menor de 10,0 cm, la operación deberá realizarse con todo cuidado y en forma enérgica. (Ver el anexo a este artículo).

Las mezclas de asentamientos comprendidos entre 10,0 y 15,0 cm se compactarán mediante vibración interna leve o en forma manual, adoptando todas las precauciones que resulten necesarias para lograr una total compacidad del hormigón.

Los hormigones superfluidificados se compactarán por varillado o muy leve y muy cuidadosa vibración.

- c) Los vibradores de inmersión, al estar sumergidos en el hormigón, deberán ser capaces de transmitirle un número de vibraciones no menor de 8 000 por minuto. La amplitud de vibración será la necesaria y suficiente para producir una compactación satisfactoria. El diámetro del elemento vibrante deberá permitir su introducción en los moldes de los elementos estructurales y lograr la compactación total del hormigón contenido en ellos.

En cada lugar de inserción el vibrador será mantenido solamente durante el tiempo necesario y suficiente para producir la compactación del hormigón, sin producir su segregación. La vibración será interrumpida tan pronto cese el desprendimiento de las grandes burbujas de aire y se observe la aparición de agua y lechada en la superficie. (Ver el anexo a este artículo).

- d) En ningún caso se empleará la vibración como medio de transporte del hormigón colocado en los encofrados.
- e) En ningún caso se colocará hormigón fresco sobre otro que no haya sido adecuadamente compactado. El hormigón no será vibrado ni revibrado, directamente ni a través de las armaduras, después de haber alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662)
- f) Durante el vibrado se evitará el contacto de los vibradores con el encofrado, y el desplazamiento y deformación de las armaduras respecto del lugar y formas indicados en los planos.
- g) El empleo de vibradores de encofrado sólo será permitido en aquellos casos en que el hormigón se encuentre en posición inaccesible para ser compactado con los vibradores de masa o inmersión, siempre que los encofrados sean lo suficientemente rígidos y resistentes como para evitar su desplazamiento y destrucción como consecuencia de la vibración aplicada. Estos vibradores operarán a una frecuencia mínima de 3 000 vibraciones por minuto. (Ver el anexo a este artículo).
- h) Los vibradores de superficie operarán a frecuencias comprendidas entre 3 000 y 4 500 vibraciones por minuto.

Las losas de menos de 20 cm de espesor serán preferentemente compactadas con vibradores de superficie, reglas vibratorias, etc., de potencia adecuada, actuando en contacto directo con la superficie libre del hormigón. Las losas de entre 20 y 30 cm de espesor se compactarán empleando los mencionados vibradores complementados por vibradores de inmersión, o bien mediante estos últimos. Si el espesor es mayor de 30 cm, sólo se emplearán los de inmersión. (Ver el anexo a este artículo).

- i) Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial del hormigón (IRAM 1662), y hasta por lo menos 24 horas después de haberlo alcanzado, se evitará todo movimiento, golpe o vibración de los encofrados y

de los extremos salientes de las acmaduras.

- j) Si durante o después de la ejecución de las estructuras, los encofrados, cimbras o apuntalamientos sufriesen deformaciones que ocasionen la modificación de las dimensiones, niveles o alineamientos de los elementos estructurales, respecto de los que se indican en los planos, y esto diera lugar a la obtención de estructuras defectuosas o distintas de las que en los mismos se indican, el Director de Obra podrá ordenar la demolición y reconstrucción de las partes afectadas.
- k) Todo equipo de compactación que no opere satisfactoriamente será reemplazado y retirado del lugar de trabajo.

10.2.5. Superficies y juntas de construcción

- a) Como regla general, la interrupción de las operaciones de hormigonado será evitada en todo lo que sea posible. Cuando estas interrupciones se producen en los lugares especialmente previstos en los planos, o cuando sucede una interrupción accidental e inevitable, una vez que el hormigón endurece y adquiere rigidez, se origina una superficie o junta de construcción, también llamada de trabajo. Entre juntas de construcción, el hormigonado de las estructuras debe realizarse en forma continua.
- b) Las juntas de construcción no previstas en los planos, en principio se ubicarán y ejecutarán en la forma que menos perjudiquen a la resistencia, estabilidad, durabilidad y aspecto de la estructura. En general se ejecutarán disponiéndolas normalmente a la dirección de los esfuerzos principales de compresión que se desarrollen en el lugar. (Ver el anexo a este artículo).

10.2.5.1. Tratamiento de las superficies

- a) Siempre que un hormigón fresco deba ponerse en contacto con otro ya endurecido, o cuyo endurecimiento se ha iniciado, la superficie existente deberá ser debidamente preparada para asegurar una buena adherencia.

La preparación se iniciará tan pronto como sea posible hacerlo después de la interrupción, sin que se perjudique la calidad del hormigón colocado. Al efecto se procederá a eliminar la lechada, mortero u hormigón poroso y toda sustancia extraña, hasta la profundidad que resulte necesaria para dejar al descubierto el hormigón de buena ca-

lidad y las partículas de agregado grueso de mayor tamaño, cuya adherencia al hormigón endurecido no deberá resultar perjudicada en forma alguna, tratando de obtener una superficie lo más rugosa posible. (Ver el anexo a este artículo).

- b) Entre dos juntas consecutivas de construcción, el hormigón se colocará en forma continua.

10.2.6. Juntas de contracción y juntas de dilatación

- a) Se ejecutarán en los lugares indicados en los planos, de acuerdo con los detalles indicados en los mismos y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias. La ejecución de las juntas no deberá debilitar ni perjudicar en forma alguna la estructura, ni a su adecuado funcionamiento en las condiciones de servicio.
- b) Los métodos y materiales que se empleen para ejecutar las juntas se indicarán en los planos y Especificaciones Técnicas Complementarias y deberán ser previamente aprobados por el Director de Obra.
- c) La ejecución será cuidadosa y se realizará en forma tal que las juntas actúen y cumplan satisfactoriamente la función asignada.

(Ver el anexo a este artículo)

10.3. COLOCACION DE HORMIGON BAJO AGUA

- a) En general no se permitirá colocar hormigón en aquellos lugares que se encuentren ocupados por agua. En casos aislados y cuando sea imposible eliminar el agua del lugar que debe ocupar el hormigón, la colocación bajo agua será realizada previa autorización escrita del Director de Obra a quien deberá someterse, para su aprobación, el procedimiento, equipos y mezclas a emplear. Este procedimiento se aplicará también cuando el hormigón se coloque bajo mezclas de agua y bentonita. (Ver el anexo a este artículo).
- b) El hormigón destinado a ser colocado bajo agua tendrá las características establecidas en el artículo 6.6.5.7.
- c) El hormigón se colocará mediante el método de tolva y tubería vertical (ver el anexo a este artículo), otros métodos requieren autorización especial.
- d) Salvo indicación especial contenida en los planos u otros documentos del proyecto, el espesor mínimo de la capa de hormigón colocado ba-

- jo agua, en ningún caso será menor de 60 cm.
- e) No se colocará hormigón bajo agua si ésta tiene una temperatura menor de 5°C. La temperatura mínima del hormigón en el momento de su colocación será mayor que 4°C y la máxima será de 35°C. Preferentemente será menor que 20°C.
 - f) En el lugar donde se deposite el hormigón, el agua debe estar tranquila. No se permitirá su colocación si existen corrientes de agua o si el agua está en movimiento. Tampoco se permitirá realizar operaciones de bombeo en la zona de colocación, si su efecto produce movimientos del agua que está en contacto con el hormigón. El bombeo, si fuese necesario, sólo podrá iniciarse 24 horas después de finalizado el fraguado del hormigón (Tiempo de fraguado final, IRAM 1662)
(Ver el anexo a este artículo)
 - g) Los encofrados y ataguías utilizados para dar forma y contener al hormigón colocado bajo agua, serán suficientemente resistentes. Asimismo, serán estancos e impedirán toda pérdida de mortero.
 - h) Las operaciones de colocación se realizarán en forma continua desde su iniciación hasta el final, y hasta que se alcance la altura deseada.
 - i) Durante las operaciones de hormigonado el Constructor mantendrá un control permanente, mediante personal especializado, a juicio del Director de Obra, de todas las etapas de estos trabajos, y especialmente de las características del hormigón, estanqueidad de la tubería, mantenimiento del sello de hormigón en el extremo final de la misma, estanqueidad de los encofrados (si los hubiese), etc.

10.4. PROTECCION Y CURADO DEL HORMIGON

Antes de iniciar la colocación del hormigón en los encofrados, los materiales y todo el equipo necesario para la protección y curado, deberán encontrarse en obra, en cantidad suficiente y listos para su empleo. Previamente a la realización de las tareas y con anticipación suficiente, los materiales y equipos serán sometidos a la consideración del Director de Obra para su aprobación. (Ver el anexo a este artículo).

10.4.1. Protección del hormigón

- a) Inmediatamente después de su colocación y hasta tanto adquiera resis-

tencia suficiente, el hormigón será protegido contra toda influencia desfavorable que pueda perjudicarlo. En tal sentido se lo protegerá contra un secado prematuro, que puede ser incrementado por la acción del viento, contra la acción de las temperaturas excesivamente bajas o elevadas, la lluvia, nieve, agua en movimiento, viento y sol. También se lo protegerá contra la acción del fuego y de los incendios, acciones mecánicas, oscilaciones, vibraciones o sobrecargas que puedan dislocarlo modificando desfavorablemente su resistencia o perjudicar su adherencia a las armaduras. Lo expresado también se aplicará a los morteros de cemento pórtland.

- b) Si en el lugar de emplazamiento de la estructura existen aguas, líquidos, suelos o sustancias agresivas para el hormigón, se evitará el contacto entre éste y el medio agresivo, durante por lo menos el período de colocación, protección y curado. Posteriormente, será de aplicación lo establecido en el artículo 14.4.
- c) Los túneles, conductos, galerías y estructuras similares, deberán permanecer cerrados durante el mayor tiempo posible de los períodos de protección y curado, para evitar la circulación del aire y el secado y agrietamiento del hormigón.

(Ver el anexo a este artículo)

10.4.1.1. Protección del hormigón fresco contra la acción de las bajas temperaturas

Se cumplirán las disposiciones contenidas en el artículo 11.1.3.

10.4.1.2. Protección del hormigón fresco en tiempo caluroso

Se cumplirán las disposiciones contenidas en el artículo 11.2. y se evitará muy especialmente que las condiciones atmosféricas reinantes provoquen un secado prematuro del hormigón y su consiguiente agrietamiento. (Ver el anexo a este artículo).

10.4.2. Curado del hormigón

- a) El curado se iniciará inmediatamente después que el hormigón haya endurecido lo suficiente como para que su superficie no resulte afectada por el método de curado adoptado. Durante el período establecido, el hormigón será protegido contra un secado prematuro, evitándose la pérdida de la humedad interna. Para ello se lo mantendrá permanentemente humedecido, a una temperatura lo más constante que sea

posible, protegiéndolo de las bajas temperaturas y de las acciones mecánicas que pueden perjudicarlo.

- b) Para los hormigones preparados con cemento pórtland normal y estructuras de secciones donde la mínima dimensión lineal sea de 75 cm o menor, se establece como período mínimo de curado húmedo, el de 7 días, contados a partir del momento de colocación del hormigón. Durante dicho período la temperatura del aire en contacto con el hormigón será igual o mayor de 10 C. En caso de emplearse cemento de alta resistencia inicial, o un acelerador efectivo de resistencia previamente autorizado y de efectos equivalentes, el mencionado período de curado se reducirá a 4 días. Excepcionalmente, en épocas de tiempo caluroso, el Director de Obra podrá aumentar el período de curado hasta el número de días indicados en el inciso c).

Como alternativa del período de curado mínimo establecido anteriormente, el curado podrá darse por terminado, suspendiéndose en consecuencia las medidas adoptadas para mantener tanto la temperatura establecida como el humedecimiento continuo del hormigón, cuando las probetas que, de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.6. han sido mantenidas junto a los elementos estructurales que representan, y curadas en las mismas condiciones que ellos, indiquen que el hormigón ha adquirido una resistencia media de por lo menos el 75% de la resistencia característica especificada. Si se opta por esta alternativa sin embargo, el período mínimo de curado húmedo continuo en ningún caso será menor de 5 días si se emplea cemento normal, ni de 3 días si se emplea cemento de alta resistencia inicial.

- c) Para las estructuras o partes de ellas que van a estar en contacto con un medio agresivo, los períodos de curado establecidos en el inciso b) serán de 10 y 7 días, respectivamente. En caso de contacto con un medio agresivo, no tendrá validez la alternativa establecida en el último párrafo del inciso anterior b).
- d) Durante el período de curado establecido, los encofrados no impermeables que permanezcan colocados, se mantendrán continuamente humedecidos. Si la estructura es desencofrada antes de finalizar el período de curado establecido, inmediatamente después de desencofrar se aplicará el método de curado adoptado. Las superficies de hormigón que no est n en contacto directo con las superficies internas del encofrado,

se mantendrán constantemente humedecidas.

- e) El curado podrá realizarse por humedecimiento, por aplicación superficial de compuestos líquidos para curado del hormigón, o a vapor.

(Ver el anexo a este artículo)

- f) Cuando para acelerar el endurecimiento del hormigón se emplee calor, el hormigón se mantendrá permanentemente humedecido. La máxima temperatura de curado no excederá de 70°C. El equipo, elementos, instalación y procedimiento a emplear deberán ser sometidos a la aprobación del Director de Obra previamente a su empleo.

El ciclo óptimo de curado a vapor será determinado experimentalmente antes de su aplicación en obra, dentro de los lineamientos generales que se indican en el artículo 3) del anexo al inciso e) de este artículo.

DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS DE HORMIGON

10.5. DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS PREMOLDEADOS DE HORMIGON

10.5.1. Disposiciones generales

Las operaciones de fabricación, manipuleo, transporte, almacenamiento y colocación de los elementos premoldeados, se realizarán cuidadosamente y sin provocar impactos, mediante métodos y procedimientos adecuados que permitan obtener elementos de las características necesarias, en las máximas condiciones de seguridad, y que impidan el agrietamiento, la rotura y cualquier otro defecto que pueda perjudicarlos o perjudicar a otros elementos de hormigón o de otros materiales, a los que se vinculen para constituir las estructuras. Los elementos o estructuras que en cualquier momento resultaran perjudicadas, serán retirados y reemplazados por otros elementos libres de defectos.

10.5.2. Materiales y métodos constructivos

Los materiales, el hormigón, las barras o cables que constituyen las armaduras, y los métodos constructivos empleados para ejecutar los elementos premoldeados, cumplirán todas las condiciones establecidas en este Reglamento que no se opongan al contenido del presente artículo 10.5.; la resistencia característica (σ'_{bk}) del hormigón se indicará en los planos y demás documentos del proyecto.

Previamente a la iniciación de las operaciones de moldeo de los elementos, y

con suficiente anticipación, el Constructor someterá a la aprobación del Director de Obra los métodos y procedimientos que se propone emplear para su fabricación, transporte, colocación y fijación en los lugares de emplazamiento definitivo en la estructura. Una vez aprobados, dichos métodos y procedimientos no serán modificados sin el conocimiento y la aprobación previa del Director de Obra. También deberá comunicarse previamente la fecha en que se iniciarán las operaciones de moldeo.

10.5.3. Control de la resistencia del hormigón

A los efectos de controlar:

- la resistencia y uniformidad,
- la efectividad del curado,
- el momento de aplicación de las cargas o tensiones,
- el momento de traslado de los elementos

del hormigón empleado para el moldeo de cada elemento principal así definido por el Director de Obra, se extraerán por lo menos dos muestras correspondientes a otros tantos pastones empleados para el moldeo. Con cada una de las muestras se moldeará el número necesario de probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, para realizar los ensayos de resistencia requeridos para controlar el hormigón en las etapas enumeradas al iniciar el presente artículo. En particular, dos de las probetas moldeadas con cada muestra de hormigón se curarán en condiciones normalizadas de humedad y temperatura, y se ensayarán a compresión a la edad de 28 días, para controlar el cumplimiento de las condiciones de resistencia establecidas en 6.6.3.11.2 ó 6.6.3.11.3, según lo decida el Director de Obra. Para el control del curado, y del momento en que pueden aplicarse las cargas o tensiones, etc., se destinará por lo menos una probeta por condición, muestra de hormigón extraída y edad de ensayo. Salvo las probetas destinadas al control de la resistencia y uniformidad del hormigón, las restantes a emplear para el control del curado, etc., se almacenarán junto al elemento que representan, y se curarán en condiciones tan idénticas como sea posible a las que se sometan al elemento premoldeado de hormigón. El ensayo a compresión se realizará teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 7.6. En caso necesario, el Director de Obra podrá disponer el moldeo de un número mayor de probetas por muestra de hormigón extraída.

Cuando a juicio del Director de Obra se trate de elementos no principales, en ningún caso se extraerá menos de una muestra de hormigón por cada dos

elementos premoldeados, con un mínimo de cuatro muestras por día, si se moldean menos de ocho elementos.

10.5.4. Control de la eficiencia del curado a vapor (artículo 3) del anexo al artículo 10.4.2.e)

En el caso de las probetas moldeadas para controlar la eficiencia del curado a vapor, las mismas serán tratadas en la forma establecida en 7 y 8 del anexo al artículo 10.4.2.e).

La resistencia del hormigón curado en la forma indicada y posteriormente sometido a un curado húmedo adicional durante por lo menos 48 horas, como se indica en el mismo inciso 8, deberá alcanzar por lo menos el 80% de la resistencia característica especificada. Dicha resistencia se determinará promediando las resistencias de rotura de por lo menos dos probetas preparadas con tal fin con el hormigón empleado para el moldeo de cada elemento estructural principal. Para los elementos no principales se adoptará un criterio similar al descrito en 10.5.3 para la toma de muestras del hormigón.

Diariamente se controlará: la temperatura de la sala de moldeo y temperatura del recinto de curado, además de la temperatura ambiente reinante en el exterior, al aire libre, y las condiciones de curado de los elementos.

10.5.5. Identificación de cada elemento premoldeado de hormigón

Cada elemento premoldeado será clara e indeleblemente identificado con pintura u otro medio adecuado. Dicha identificación debe indicar: planta o marca de fábrica, fecha de moldeo e indicación (flecha) que señale la parte superior del elemento al estar colocado en su posición definitiva en la estructura. Después de colocado el elemento en la estructura, las marcas o señales de identificación no deben quedar expuestas a la vista. No se permitirá la colocación de elemento alguno en la estructura, si carece de la correspondiente identificación. Estas disposiciones se complementan con las establecidas en el artículo 19.6.

10.5.6. Verificación de la calidad de los elementos premoldeados

- a) Esta verificación incluye el control de la calidad de todos los materiales empleados para la ejecución de los elementos premoldeados, que se realizará en igual forma que la especificada por este Reglamento para las estructuras moldeadas in situ.
- b) En el caso de las armaduras se ejercerá un control permanente de los tipos, diámetros, cantidad, formas y posiciones, separaciones, recubri-

- mientos, estado superficial, limpieza y demás condiciones y características que influyen sobre la calidad de los elementos terminados.
- c) En todos los casos y especialmente en el caso de las armaduras para elementos pretensados, se controlarán las condiciones de almacenamiento, protección y limpieza, estado de las mismas en lo que hace a posibles daños físicos provocados por acciones mecánicas, efectos de corrosión, sustancias contaminantes o por otras causas. En igual forma se procederá con las vainas y elementos de anclaje. Se controlará asimismo el orden establecido para realizar las operaciones de pretensado, las mediciones correspondientes y las características del mortero, del equipo y de las operaciones para la inyección de vainas.
 - d) También se controlarán las dimensiones y estado de los elementos terminados en lo que hace a posibles deficiencias, agrietamientos, roturas, etc.
 - e) Cuando lo exija el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias o cuando lo establezca expresamente el Director de Obra, la verificación de calidad podrá incluir el muestreo y ensayo (prueba de carga) de los elementos terminados. (Ver el artículo 7.9.).

10.5.7. Movimiento y traslado

Los elementos premoldeados no serán levantados ni trasladados hasta que los resultados de los ensayos de resistencia de las probetas curadas en igual forma que aquellos, indiquen que el hormigón ha alcanzado la resistencia media establecida por el proyectista para realizar dichas operaciones.

Los elementos se levantarán mediante equipos y dispositivos adecuados, tomándolos únicamente de los lugares, ganchos o elementos empotrados indicados en los planos. Se los almacenará apoyándolos en igual forma que la que corresponda a sus emplazamientos definitivos en la estructura. Los apoyos estarán nivelados y no inducirán esfuerzos de torsión en los elementos. Durante el almacenamiento los elementos no se pondrán en contacto directo con acumulaciones de agua, escombros, materias extrañas y suelos u otras superficies que contengan sustancias agresivas para el hormigón, o que faciliten la corrosión de las armaduras (sulfatos, cloruros, etc.). Se evitará el manchado con óxidos o con cualquier sustancia, y también la formación de eflorescencias sobre sus superficies.

10.5.8. Colocación en los lugares de emplazamiento definitivo en la estructura. Montaje

La colocación de los elementos en sus lugares de emplazamiento en la estructura, solo será permitida una vez que el hormigón alcance la resistencia de rotura a compresión establecida. La misma será verificada mediante el ensayo de probetas mantenidas junto a los elementos y curadas en la misma forma que ellos.

Los métodos de montaje especificados en los planos y demás documentos del proyecto, se respetarán escrupulosamente.

10.5.9. Rótulas y apoyos

Previamente a la colocación de las vigas en sus emplazamientos definitivos, se verificará el funcionamiento de las rótulas, apoyos y elementos que los constituyen. Se eliminará todo material o sustancia extraña que dificulte o impida el perfecto y normal funcionamiento de aquéllos.

10.5.10. Fijación de los elementos premoldeados

Tan pronto como el elemento premoldeado se encuentre colocado en el lugar de su emplazamiento definitivo, se aplicarán los dispositivos de fijación temporaria necesarios para su inmovilización. Los elementos para la fijación y conexión definitiva y permanente se colocarán sin demoras y tan pronto como sea posible.

El hormigón que se emplee como medio de fijación de los elementos premoldeados, tendrá las características indicadas en los planos y demás documentos del proyecto. En caso de emplearse un mortero con el fin indicado, el mismo estará constituido por una parte de cemento normal y dos partes en masa de arena bien graduada y que pase por el tamiz IRAM 9,5 mm, amasado con suficiente cantidad de agua como para obtener una mezcla de consistencia seca, que pueda ser bien compactada a pisón hasta alcanzar su máxima densidad. La compactación será enérgica y el mortero deberá llenar completamente el espacio destinado a su colocación. El curado del mortero u hormigón se realizará cubriéndolos con dos capas de arpillera que deberá mantenerse permanentemente humedecida con agua, durante por lo menos 72 horas.

DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO

10.6. DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO

(Ver el anexo a este artículo)

10.6.1. Disposiciones generales

- a) Se considerará que las secciones macizas de hormigón cuyas menores dimensiones lineales sean iguales o mayores que 75 cm, son de carácter masivo.
- b) Tendrán validez todas las disposiciones contenidas en este Reglamento que no se opongan a las establecidas en el presente artículo 10.6.
- c) Los elementos estructurales de carácter masivo que tengan secciones horizontales de grandes dimensiones se construirán subdividiéndolos en bloques, en forma de damero, debiendo construirse primeramente los bloques no contiguos, entre los cuales posteriormente se moldearán otros bloques para completar la sección horizontal total. El moldeo de los últimos bloques citados, solo se realizará una vez que haya transcurrido por lo menos 5 días desde la fecha de terminación del último bloque ejecutado con que se pondrán en contacto. Las dimensiones de los bloques serán establecidas en los planos y demás documentos del proyecto. La altura máxima de cada bloque ejecutado de una sola vez, en general no excederá de 1,50 m.
- d) Se adoptarán las medidas necesarias para lograr una buena adherencia y la mejor vinculación, y también estanqueidad, si esta última fuese condición necesaria del proyecto, entre las superficies verticales de contacto de los bloques contiguos. El proyectista de la estructura deberá decidir respecto a la necesidad o no de obtener adherencia mecánica o de forma entre las mencionadas superficies y, en caso necesario, indicará la manera en que aquélla puede lograrse con el fin de transmitir los posibles esfuerzos que se producirán en las mencionadas superficies verticales de contacto.

10.6.2. Materiales

- a) Para la elaboración del hormigón no se empleará cemento pórtland de alta resistencia inicial, cloruro de calcio ni aditivos acelera-

dores de resistencia.

- b) Cuando corresponda y previa aprobación por del Director de Obra, el hormigón contendrá un aditivo fluidificante retardador, de la calidad especificada en el artículo 6.4., previamente ensayado conjuntamente con los materiales de obra, en las condiciones de temperatura y otras que prevalecerán en el momento de la ejecución de la estructura. (ver el anexo a este artículo).
- c) En estructuras de hormigón armado, el tamaño máximo del agregado grueso no excederá de 75mm. Con esta limitación, se empleará el mayor tamaño máximo posible compatible con las condiciones establecidas en el artículo 6.6.3.6.1. En estructuras de hormigón simple el tamaño máximo no excederá de 100 mm.
- d) Independientemente de las condiciones de exposición a que se encuentre sometido cuando esté en servicio, el hormigón contendrá el porcentaje total de aire, natural e intencionalmente incorporado, que se establece en el artículo 6.6.3.8.

Cuando el tamaño máximo del agregado grueso exceda de 50 mm, el porcentaje de aire contenido se determinará inmediatamente después de tamizar el hormigón con un tamiz de mallas cuadradas de 37,5 mm de lado. El porcentaje total de aire así determinado (IRAM 1602 ó 1562) será de $4,0\% \pm 1,0\%$.

10.6.3. Composición del hormigón

El contenido unitario máximo de cemento no excederá del mínimo necesario para obtener las resistencias mecánicas, durabilidad y demás características especificadas.

10.6.4. Colocación del hormigón

- a) Previamente a la iniciación de las tareas de hormigonado, y con suficiente anticipación, el Constructor entregará al Director de Obra, por escrito, el plan que propone emplear para realizar las tareas de colocación del hormigón, y la secuencia de hormigonado de las secciones. Dichas tareas no serán iniciadas sin la aprobación previa del plan por el Director de Obra.
- b) El hormigón se colocará y compactará por vibración lo más rápidamente que sea posible, en capas de espesor del orden de 50 cm o menor. La

máxima cantidad de capas superpuestas horizontales del espesor indicado a colocar por vez, no excederá de tres. El espesor máximo de cada capa será reducido si a juicio del Director de Obra se observan deficiencias de compactación o si la misma no puede realizarse en forma adecuada. La compactación se realizará mediante vibradores de inmersión. Al vibrar una capa, el elemento vibrante penetrará también la parte superior de la capa colocada previamente. La superficie expuesta del hormigón fresco será la menor posible. En ningún caso se colocará hormigón fresco sobre otro que no haya sido perfectamente compactado.

- c) Durante las operaciones de colocación y compactación se evitará el desmoronamiento de las capas y la segregación del hormigón.
- d) Una vez iniciada la ejecución de un bloque, o elemento estructural dicha operación no será interrumpida antes de completar su construcción.

(Ver el anexo a este artículo)

10.6.5. Curado y protección del hormigón

- a) El curado del hormigón se realizará únicamente por humedecimiento continuo con agua. El mismo se iniciará tan pronto como sea posible, sin perjudicar a las superficies de la estructura. El período de curado mínimo será de 14 días, o hasta que la superficie sea cubierta con hormigón fresco. Durante el período de curado, si la temperatura del aire en contacto con la estructura desciende a menos de + 2,0°C, la superficie del hormigón será protegida contra los efectos de las bajas temperaturas.
Para la protección y curado del hormigón no se empleará vapor de agua ni otros medios que impliquen incrementar la cantidad de calor contenido en el hormigón.
- b) Durante por lo menos las 48 horas posteriores al momento de haberse completado la colocación, los encofrados y las superficies expuestas del hormigón se mantendrán permanentemente humedecidas por riego aplicado en la parte superior de los elementos moldeados, de modo que circule agua entre el encofrado y el hormigón. La misma disposición se aplicará cuando durante el período de curado, la temperatura del aire, en el lugar de emplazamiento de la estructura, sea de 30°C o mayor.

- c) Al finalizar el período de curado establecido, y también durante el mismo, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar que la temperatura del aire en contacto con el hormigón, se reduzca con velocidad mayor de 1,5°C por hora, o de 15°C en cualquier período de 24 horas.

10.6.6. Moldeo de las probetas para control de la resistencia mecánica

Cuando el tamaño máximo del árido grueso sea mayor de 50 mm, las probetas para el control de resistencia se moldearán con hormigón previamente tamizado con un tamiz de mallas cuadradas de 37,5 mm de lado.

ANEXOS AL CAPITULO 10

INDICE

10.1.	MANIPULEO Y TRANSPORTE DEL HORMIGON EN EL OBRADOR	A.10 - 1
10.2.1.e)	PRODUCTOS ANTIADHESIVOS PARA ENCOFRADOS	A.10 - 2
10.2.2.	DISPOSICIONES GENERALES SOBRE LA COLOCACION DEL HORMIGON	A.10 - 2
10.2.3.	MOLDEO DE BASES, COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS	A.10 - 3
10.2.4.	COMPACTACION DEL HORMIGON	A.10 - 4
10.2.5.b)	JUNTAS DE CONSTRUCCION	A.10 - 5
10.2.5.1.a)	TRATAMIENTO DE LAS SUPERFICIES	A.10 - 6
10.2.6.	JUNTAS DE CONTRACCION Y JUNTAS DE DILATACION	A.10 - 7
10.3.	COLOCACION DE HORMIGONES BAJO AGUA	A.10 - 7
10.3.c)	TOLVA CON TUBERIA VERTICAL	A.10 - 8
10.4.	PROTECCION Y CURADO DEL HORMIGON	A.10 - 9
10.4.1.	PROTECCION DEL HORMIGON	A.10 - 9
10.4.1.2.	CAMBIOS EXCESIVOS DE TEMPERATURA	A.10 - 10
10.4.2.e)	CURADO DEL HORMIGON. METODOS	A.10 - 10
10.6.	DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO	A.10 - 15
10.6.2.b)	HORMIGON MASIVO. MATERIALES	A.10 - 16
10.6.4.	COLOCACION DEL HORMIGON MASIVO	A.10 - 16

ANEXOS AL CAPITULO 10

10.1. MANIPULEO Y TRANSPORTE DEL HORMIGON EN EL OBRADOR

- a) Todo método de transporte que no conforme los requisitos establecidos en el inciso a) del artículo 10.1. será inmediatamente reemplazado y retirado del lugar de trabajo.

Para el transporte de mezclas de hasta 5,0 cm de asentamiento y de pequeños volúmenes de hormigón a distancias de hasta 5 km dentro del obrador y en la zona de emplazamiento de la estructura, podrán emplearse, como método auxiliar, previa autorización del Director de Obra, vehículos o equipos desprovistos de dispositivos agitadores, de las características indicadas en 9.3.3.2. siempre que los mismos permitan la entrega de hormigón homogéneo y de calidad uniforme, en el lugar de su colocación definitiva.

El equipo de transporte tendrá las características y capacidad necesarias para asegurar la entrega continua del hormigón en el lugar de su colocación. Previamente a su empleo en obra, el Director de Obra verificará las condiciones de funcionamiento y su aptitud para dar cumplimiento a lo especificado en el artículo 10.1.

- c) Las cintas transportadoras serán horizontales o tendrán pendientes que no provoquen la segregación del hormigón. En el lugar de descarga se dispondrá de un dispositivo para despegar el mortero adherido a la cinta, y de embudos o tolvas apropiados que eviten la pérdida del mortero y la segregación de la mezcla. El empleo de este método será inmediatamente suspendido tan pronto se observe que provoca la segregación del hormigón.

Las canaletas serán metálicas o recubiertas por chapas metálicas, y tendrán pendientes tales que impidan la segregación del hormigón. Las canaletas de longitudes mayores de 6 m o de inclinaciones mayores de 30° con la horizontal, descargarán en un embudo de características adecuadas.

10.2.1. e) PRODUCTOS ANTIADHESIVOS PARA ENCOFRADOS

Los productos antiadhesivos que no tengan características adecuadas, pueden producir el manchado del hormigón, reducir su resistencia, y también la adherencia con los revoques o revestimientos que se apliquen posteriormente. Se evitará el uso de gasoil, grasa corriente u otros productos de características similares. En general, los productos preparados con siliconas, aceites solubles en agua y otros de condiciones similares han dado resultados satisfactorios.

10.2.2. DISPOSICIONES GENERALES SOBRE LA COLOCACION DEL HORMIGON

- d) Cuando el hormigón, que sin haber alcanzado el tiempo de fraguado inicial, llegue al lugar de su colocación en los encofrados con un asentamiento menor que el especificado para su adecuada colocación, sólo se permitirá agregarle agua para restablecer su asentamiento, en caso de que no se exceda la máxima razón agua/cemento necesaria para alcanzar la resistencia especificada o la exigida por razones de durabilidad. El agregado de agua sólo podrá realizarse previa autorización del Director de Obra y en presencia del mismo o de su representante autorizado. En caso contrario dicha operación no deberá realizarse. En los casos autorizados, después del agregado de agua deberá remezclarse el hormigón durante un tiempo igual al tiempo total de mezclado especificado. Si el agregado de agua hiciese exceder la máxima razón agua/cemento, se agregará simultáneamente la cantidad necesaria de cemento para mantenerla dentro del valor requerido o exigido. Este hecho requerirá también la autorización previa del Director de Obra y la presencia de su representante autorizado.

El hormigón será depositado tan cerca como sea posible de su posición definitiva dentro de los encofrados. No se lo hará fluir lateralmente y sólo se emplearán aquellos equipos y métodos de colocación que permitan conservar la homogeneidad de la mezcla y evitar

su segregación.

- e) Al iniciar las tareas de colocación del hormigón para constituir un elemento estructural, en lugares de difícil colocación y compactación o donde existe una gran acumulación de armaduras, agotadas las instancias para utilizar el hormigón proyectado de acuerdo con lo que prescribe este Reglamento, previa aprobación del Director de Obra, podrá modificarse su composición, con el objeto de facilitar el moldeo de la estructura. Al efecto, se dispondrá que el mismo mantenga la razón agua/cemento especificada, contenga 50 kg más de cemento por m³ de mezcla, y un tamaño máximo del agregado grueso no mayor de 19 mm. La mezcla será levemente arenosa y, cuando se la compacte por vibración de alta frecuencia, su asentamiento no excederá de 10 cm. Inmediatamente después de salvado el inconveniente, se proseguirá el moldeo con el hormigón empleado antes de llegar a la zona de difícil colocación. El hormigón levemente arenoso mencionado anteriormente, no será reemplazado por mortero.

10.2.3. b) MOLDEO DE BASES, COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS

En el caso de que deseen moldearse en una misma operación las columnas y las vigas y losas que apoyen sobre las primeras, la demora después del moldeo de las columnas estará comprendida entre una y tres horas. Después de la demora, al reiniciar las operaciones, las superficies de contacto con el hormigón fresco deberán limpiarse convenientemente y quedar libres de toda sustancia o material suelto o extraño.

Si las columnas, y las vigas y losas que apoyan sobre ellas, no se moldean en una misma operación, después de la demora, las vigas, ménsulas, capiteles de columna y acartelamientos se moldearán en una misma operación y constituirán un conjunto monolítico.

10.2.4. COMPACTACION DEL HORMIGON

- b) Cada capa de hormigón a compactar por vez tendrá un espesor máximo de 15,0 cm. Una vez terminada la operación, la masa será totalmente compacta y la superficie superior de la capa tendrá textura cerrada. La compactación manual podrá realizarse por apisonado y varilleo enérgicos, complementados por golpeteo de encofrados u otros medios que permitan obtener la máxima densidad del hormigón fresco.
- c) El número de vibradores y su potencia serán los necesarios para que la compactación pueda realizarse con rapidez y eficientemente. Para casos de emergencias, el Constructor deberá disponer de un número suplementario de vibradores en obra, en buenas condiciones de funcionamiento y listos para su inmediato empleo.

Vibradores de inmersión

La vibración se aplicará en el lugar en que se depositó el hormigón, y deberá quedar terminada en un plazo máximo de 15 minutos contados a partir del momento en que en dicho lugar, el hormigón se colocó en los encofrados.

Los elementos vibrantes se dejarán penetrar y se extraerán en posición vertical. Durante su inmersión penetrarán en la porción superior de la capa de hormigón colocada previamente, y la revibrarán. La extracción se realizará lentamente y, una vez finalizada, no debe quedar cavidad alguna en el lugar de inserción.

Los vibradores se insertarán a distancias uniformemente espaciadas entre sí. La separación entre los puntos de inserción será levemente menor que el doble del radio del círculo dentro del cual la vibración es visiblemente efectiva. Al realizar la operación no deben quedar porciones de hormigón sin consolidar.

g) Vibradores de encofrados

Los vibradores de encofrados no deben permanecer funcionando continuamente en un mismo lugar durante un tiempo prolongado. Esto provoca la segregación del hormigón.

h) Vibradores de superficie

Se tendrá en cuenta que estos vibradores tienen una profundidad de acción limitada, que en parte también depende de la mayor o menor

rigidez del encofrado.

10.2.5.b) JUNTAS DE CONSTRUCCION

En muros y columnas, las juntas de construcción serán horizontales.

En las vigas, losas y otros elementos constructivos, las juntas se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el inciso b) del artículo 10.2.5. del texto reglamentario. Además, en muros y columnas las juntas se ubicarán a nivel del piso ó en la parte inmediatamente inferior a los elementos del techo.

En ese sentido las vigas, viguetas y sus acartelamientos, y los hongos y capiteles de las columnas, serán considerados como elementos del techo (piso) y se hormigonarán simultáneamente y monolíticamente.

En las estructuras de hormigón armado, especialmente en aquellas destinadas a contener o retener agua u otros líquidos, ó las que estarán en contacto con un medio húmedo, si el tratamiento de la superficie y la ejecución de la junta no son adecuados, se corre el riesgo de que el hormigón no resulte suficientemente impermeable en la junta. Ello puede reducir la protección de las armaduras contra los efectos de la corrosión. En todas las estructuras, por la razón indicada, la durabilidad del hormigón puede resultar afectada, y mas aún si el medio de contacto es agresivo.

En caso de que la interrupción se traduzca en una junta de construcción mal orientada, el hormigón será demolido de modo que la nueva junta tenga la dirección adecuada. En lo posible, en estructuras expuestas a la vista se las ubicará evitando ejecutarlas en aquellas superficies que deban ser tratadas en forma arquitectónica.

Si se trata de una junta horizontal, la razón agua/cemento de la mezcla deberá reducirse a medida que la colocación se aproxima al lugar previsto para ejecutar la junta.

En todos los casos se tomarán las disposiciones necesarias para vincular el hormigón existente a ambos lados de la junta, y también para transmitir y absorber los esfuerzos de corte u otros que allí se produzcan. Al efecto, se colocarán y empotrarán barras de acero suplementarias, o anclajes especiales, capaces de cumplir con el fin indicado. En cuanto a las armaduras de los distintos elementos, deben continuarse a través de la junta.

Inmediatamente después de interrumpir la colocación del hormigón para constituir la junta de construcción, se eliminarán todas las acumulaciones de mortero adheridas a las armaduras y a la superficie interna del encofrado que se encuentren por encima de la superficie libre de la capa cuya colocación se ha interrumpido. Al realizar estas operaciones se evitará perjudicar tanto la calidad del hormigón colocado, como la adherencia entre este y las armaduras. Asimismo, la superficie de la junta, después de la eliminación de la lechada, mortero, etc. tal como se indica en el artículo 10.2.5.1. del texto reglamentario, será inmediata y cuidadosamente protegida contra toda causa que pueda afectar desfavorablemente al endurecimiento del hormigón (vibraciones, sol, lluvia, viento, etc.)

En el caso de estructuras que deban ser estancas, las juntas de construcción también deben serlo.

10.2.5.1.a) TRATAMIENTO DE LAS SUPERFICIES

La operación de limpieza de la superficie se realizará mediante rasqueteo, con cepillo de alambre, chorro de agua a presión o chorro de arena y agua a presión, de acuerdo con el grado de endurecimiento del hormigón. Terminada la operación, cuando el hormigón haya endurecido suficientemente, se procederá a lavar enérgicamente la superficie hasta eliminar todo resto de material suelto.

La eliminación del material superficial indeseable descrito en el artículo 10.2.5.1. inciso a) del texto reglamentario no debe realizarse picando la superficie con una herramienta cortante ni sometiéndola a operación de martelinado.

Después de la limpieza, la superficie será adecuadamente humedecida con agua, sin llegar a saturarla. Antes de colocar el hormigón se eliminará toda película o acumulación de agua que hubiese podido quedar sobre la superficie, permitiéndose un corto período de secado no mayor del necesario para eliminar la humedad superficial. Inmediatamente después, se la cubrirá completamente mediante una capa de mortero de la misma razón cemento/arena y de razón agua/cemento menor o igual que la del hormigón. La consistencia del mortero será la adecuada para que el mismo pueda ser introducido, mediante cepillo duro u

otro elemento conveniente, en todos los huecos o irregularidades de la superficie. El espesor de la capa de mortero una vez terminada su colocación, no excederá de 1 cm. El gradiente de temperatura entre el hormigón endurecido y el hormigón fresco a colocar será el menor posible. Ello podrá lograrse elevando la temperatura del hormigón endurecido o enfriando el hormigón fresco previamente a su colocación. La colocación del nuevo hormigón se iniciará inmediatamente después de colocado el mortero y antes de que el fraguado de éste se haya iniciado.

En los casos especiales, con el objeto de mejorar las condiciones de adherencia del hormigón en la junta, podrán emplearse adhesivos de resinas epoxi u otros sobre los que exista fehaciente información sobre su comportamiento satisfactorio. Los adhesivos mencionados serán previamente ensayados y deberán contar con la aprobación del Director de Obra. Se aplicarán bajo la total responsabilidad del Constructor, en lo que se refiere a la calidad de la junta que se obtenga.

10.2.6. JUNTAS DE CONTRACCION Y JUNTAS DE DILATACION

En el caso de estructuras que deben ser estancas, las juntas de contracción y de dilatación también deben serlo.

10.3. COLOCACION DE HORMIGONES BAJO AGUA

- a) Con el objeto de evitar la segregación del hormigón, éste será cuidadosamente colocado de modo que, en su posición definitiva forme una masa compacta. Una vez colocado, no debe ser removido, manipulado, compactado, ni sometido a operación posterior alguna.

Mientras se realizan las operaciones de colocación, la superficie superior del hormigón será mantenida en todo momento tan horizontal como sea posible. Cada capa de hormigón debe colocarse antes de que el hormigón de la capa anterior haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662), teniendo en cuenta la temperatura del hormigón ya co-

locado.

- f) Si fuese necesario eliminar el agua que cubre al hormigón colocado, ello se realizará una vez que éste alcance suficiente resistencia, pero en ningún caso antes de que hayan transcurrido por lo menos 3 días desde el momento en que finalizó el fraguado del hormigón. Si la temperatura del agua es menor de 7°C, el tiempo indicado será adecuadamente aumentado. A los efectos de establecer el tiempo transcurrido, no se tendrán en cuenta los días en que la temperatura del agua fue continuamente inferior a 5°C.

Cuando deba colocarse hormigón sobre otro colocado anteriormente mediante el procedimiento descrito, una vez que éste ha endurecido suficientemente se procederá a eliminar de su superficie expuesta toda la lechada, material poroso, sustancias extrañas u hormigón de mala calidad, hasta dejar al descubierto el hormigón resistente.

Para ello se procederá a raspar y limpiar convenientemente la superficie, teniendo especial cuidado de no perjudicarla. Se asegurará la mejor adherencia posible entre las capas.

10.3.c) TOLVA CON TUBERIA VERTICAL

- 1) La tolva será estanca y de capacidad suficiente como para permitir que la corriente de hormigón sea continua. El hormigón será conducido por gravedad al lugar de su colocación, mediante un conducto vertical recto, metálico, cilíndrico, de diámetro mínimo igual a 25 cm. Dicho conducto estará constituido por secciones unidas por bridas y juntas estancas. Los medios empleados para sostenerlo verticalmente, deben permitir el libre movimiento de aquél sobre cualquier punto de la superficie que ocupará el hormigón.

Asimismo, deben permitir subirlo o bajarlo cuando resulte necesario para iniciar el descenso del hormigón, o para retardar o detener el escurrimiento de la vena.

- 2) Antes de iniciar las operaciones de colocación del hormigón, el extremo de descarga del conducto debe encontrarse cerrado en forma tal

de impedir totalmente el ingreso de agua al interior del mismo. Esta última condición debe cumplirse en todo momento de la operación. Al efecto, el conducto será mantenido constantemente lleno de hormigón hasta la parte inferior de la tolva. Además, una vez iniciada la descarga, el extremo inferior del conducto se mantendrá constantemente sumergido en el hormigón recién colocado.

- 3) Una vez llenos de hormigón el conducto y la tolva, se procederá a abrir la válvula o quitar el tapón que obtura el extremo de descarga, y se inducirá el movimiento de la vena de hormigón levantando suavemente el conducto y su extremo de descarga. Desde entonces, éste será mantenido siempre sumergido en el hormigón fresco. Cuando al mismo tiempo se empleen varias tolvas con tuberías verticales, todas ellas deben alimentarse con hormigón simultánea y uniformemente.
- 4) La operación se conducirá en forma continua y sin interrupciones hasta terminar la colocación del hormigón.

10.4. PROTECCION Y CURADO DEL HORMIGON

Si los métodos de protección y curado empleados no permiten obtener hormigones de la calidad especificada, el Constructor deberá reemplazarlos en forma inmediata por otros que resulten satisfactorias. Todo hormigón que resulte perjudicado por la razón indicada, deberá ser demolido y reemplazado.

10.4.1. PROTECCION DEL HORMIGON

Las superficies terminadas de las estructuras serán protegidas contra daños que puedan provocarles los materiales, equipos y procedimientos y cualquier otra acción perjudicial.

10.4.1.2. CAMBIOS EXCESIVOS DE TEMPERATURA

Al finalizar los períodos de protección y curado establecidos, se evitará que el hormigón sea sometido a cambios bruscos de temperatura. Los cambios serán graduales y no excederán de 3°C en una hora ni de 20°C en 24 horas (secciones delgadas). Para secciones de gran espesor, los cambios no excederán de 15°C en 24 horas.

10.4.2.e) CURADO DEL HORMIGON. METODOS

1) Curado por humedecimiento

1. 1) El hormigón se mantendrá permanentemente humedecido durante el período de curado establecido, mediante riego con agua que cumpla las condiciones especificadas en el artículo 6.5. de este Reglamento. El agua empleada no deberá manchar ni decolorar las superficies de la estructura.
1. 2) El agua podrá aplicarse directamente sobre la superficie del hormigón o sobre arpillera, tela de algodón, manto de arena, o materiales similares en contacto directo con la superficie de la estructura, que sean capaces de retener la humedad durante el tiempo establecido. El agua no se aplicará a presión, ni escurrirá sobre la superficie de la estructura, para evitar el lavado del hormigón. Al finalizar el curado, se procederá a eliminar de las superficies todo resto de material empleado con el fin indicado anteriormente.

2) Curado mediante compuestos líquidos para la formación de membranas de curado

- 2 . 1) El compuesto líquido será opaco y de color blanco, y cumplirá las condiciones que se establecen en la norma IRAM 1675. El producto se entregará en obra listo para su empleo. En ningún caso será diluido ni alterado en obra en forma alguna. En el momento de su aplicación estará perfectamente mezclado, con el pigmento uniformemente dispersado en el vehículo. Cuando deba ser aplicado con bajas temperaturas y su viscosidad sea demasiado elevada para un rociado satisfactorio, se lo calentará en baño de agua hirviente, sin que el producto sobrepase la temperatura de 35°C.

- 2.2) En el caso de las superficies expuestas de hormigón fresco, la aplicación del producto se iniciará después de finalizadas las operaciones de terminación de la superficie, e inmediatamente después de haber desaparecido la película brillante de agua libre existente sobre la superficie, mientras la misma aún se encuentre húmeda.
- 2.3) En el caso de hormigón endurecido, inmediatamente después de haberlo desencofrado, se eliminará todo resto de material suelto existente sobre la superficie de la estructura. Sin pérdidas de tiempo y previamente a todo retoque o reparación de las superficies, se procederá a saturarlas con agua. Inmediatamente después de haber desaparecido la película brillante de agua superficial y mientras la superficie aún se encuentre húmeda, se procederá a aplicar el compuesto.
- 2.4) El producto se aplicará uniformemente sobre las superficies, poniendo especial cuidado en obtener una película continua, libre de defectos y perforaciones. Se prestará especial atención para asegurar un buen sellado de los vértices, aristas y zonas rugosas de las superficies.
- 2.5) El compuesto será pulverizado en dos capas, colocadas una inmediatamente después de la otra. La operación se realizará mediante un equipo rociador adecuado, de accionamiento neumático, eléctrico o mecánico, provisto de un tanque a presión y de un agitador continuo del contenido.

El producto se aplicará a razón de 200 a 270 cm³ por metro cuadrado, de acuerdo con la capacidad de sellado demostrada en el ensayo de retención de agua, y con las condiciones climáticas del momento de su aplicación. La pulverización se realizará con todo cuidado.
- 2.6) Las superficies cubiertas con el compuesto recibirán la máxima protección durante el período de curado establecido, con el fin de evitar su rotura o destrucción. Si después de la aplicación y antes de que el compuesto haya secado suficientemente como para resistir el daño, lloviese o si la membrana resultara perjudicada por cualquier causa antes de finalizar el período de curado, se procederá a cubrir inmediata y nuevamente la superficie en la forma y con la cantidad de compuesto especificada.

- 2.7) No se permitirá el paso de equipos, vehículos, ni peatones sobre la membrana, salvo en zonas restringidas debidamente protegidas, para evitar la rotura de aquélla. La protección consistirá en no menos de 5 cm de suelo o de otro recubrimiento adecuado que impida la destrucción de aquélla con el tránsito. Dicho recubrimiento o protección no será aplicado hasta tanto la membrana no esté completamente seca, y será eliminado por métodos adecuados, una vez finalizado el período de curado.
- 2.8) Cuando la temperatura del aire sea mayor de 30°C el Constructor complementará el curado de membrana, mediante rociado con agua en forma de niebla, que se aplicará sobre la película tan pronto se haya producido el secado de la misma. Cuando el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias autorice expresamente su empleo, en razón de la naturaleza o tipo de estructura que se trate, en caso de emplearse un compuesto bituminoso, el rociado con agua en forma de niebla se aplicará cuando la temperatura del aire sea de 25°C o mayor, debiendo en este caso extremarse la precaución que se indica. El rociado con agua será mantenido permanentemente hasta que la temperatura del aire sea menor que la indicada en cada uno de los casos contemplados en este inciso.
- 2.9) Para casos de emergencia el Constructor dispondrá en obra de por lo menos un equipo rociador suplementario o de los elementos necesarios para realizar el curado por humedecimiento.
- 2.10) El presente método de curado no se aplicará a las superficies que posteriormente deban adherir al hormigón fresco, o que deban cubrirse con mortero, u otros revestimientos, salvo el caso en que la superficie sobre la cual se haya aplicado la membrana sea tratada en la forma especificada para las juntas de construcción (ver el artículo 10.2.5.1.) eliminando totalmente de la superficie el compuesto aplicado. Tampoco se aplicará este método en los casos concretamente establecidos en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias.
- 2.11) En particular, el método de curado con compuestos líquidos no se aplicará en el caso de aquellas superficies que se protejan contra la acción de las bajas temperaturas mediante escapes de vapor de agua.

2.12) El empleo de compuestos líquidos que constituyen membranas de curado no exime del humedecimiento continuo de los encofrados no impermeables que queden colocados durante el período de curado.

3) Curado a vapor

3. 1) Los elementos estructurales premoldeados podrán curarse mediante el método de humedecimiento descrito en el artículo 1) del anexo al artículo 10.4.2.e.), o a vapor, de acuerdo con lo que se establece en lo que sigue. Este procedimiento sólo se aplicará a elementos de hormigón que hayan sido elaborados con cemento pórtland normal y no contengan aditivos aceleradores de resistencia. Para el empleo de otros tipos de cemento será necesaria una autorización escrita del Director de Obra. Antes de aplicar el curado acelerado a la producción normal de elementos premoldeados, el Constructor deberá presentar al Director de Obra un informe técnico que contenga los resultados de las experiencias que ha realizado para demostrar que con los materiales, proporciones y equipos de obra, y con el ciclo térmico estudiado, el hormigón alcanzará la resistencia de rotura establecida. La falta de cumplimiento de esta condición implicará postergar la aplicación del curado acelerado hasta cumplimentar la exigencia antes mencionada.
- 3.2) Después del moldeo de los elementos estructurales, los mismos se dejarán estacionar entre 4 y 6 horas, antes de aplicar el curado de vapor. Durante el tiempo indicado, si la temperatura del aire en el lugar de almacenamiento es menor de 10°C, se la elevará convenientemente, mediante el empleo de vapor, para mantenerla entre 10°C y 30°C.
- 3.3) Con el objeto de evitar pérdidas de humedad del hormigón durante el período de estacionamiento descrito en el artículo 3.2.), las superficies expuestas de los elementos estructurales y las probetas moldeadas para controlar la resistencia del hormigón, se cubrirán con arpilleras húmedas, o se las mantendrá en una atmósfera húmeda mediante rociado con agua en forma de niebla. Dichas operaciones se realizarán tan pronto como sea posible después del moldeo de los elementos estructurales.
- 3.4) Las cámaras o recintos donde se realice el curado, deben permitir la libre circulación del vapor entre los elementos estructurales.

Dichas cámaras estarán construidas de modo tal que las pérdidas de humedad y de temperatura sean mínimas. Como material de cierre del recinto se permitirá también el empleo de películas impermeables de material plástico o similares, siempre que se las mantenga permanentemente en perfectas condiciones y se aseguren firmemente y en forma adecuada para evitar escapes de vapor y pérdidas de humedad.

3. 5) Para mantener la temperatura y la humedad dentro de los límites que se establecen en este anexo se empleará vapor saturado de baja presión (presión atmosférica). Los chorros de vapor rodearán a los elementos estructurales y estarán uniformemente espaciados, a distancias comprendidas entre aproximadamente 45 y 90 cm. Los mismos no incidirán directamente sobre los elementos estructurales, sobre los encofrados, ni sobre las probetas moldeadas que se almacenen en la cámara.
3. 6) Durante la aplicación del curado a vapor, el aumento de temperatura en la atmósfera de la cámara no excederá de 20°C por hora. La temperatura máxima, en cualquier punto de la cámara, no excederá de 70°C. La temperatura de curado se mantendrá constante durante el tiempo necesario para alcanzar la resistencia a compresión requerida. Una vez alcanzada la resistencia necesaria y finalizado el curado a vapor, los elementos estructurales no se someterán a cambios bruscos de temperatura. En todos los casos el enfriamiento de los mismos será gradual, con velocidad de enfriamiento no mayor que la de calentamiento. Lo dicho tiene especial validez cuando fuera de la cámara de curado reinen bajas temperaturas ambientales.
3. 7) Las probetas moldeadas para determinar la resistencia del hormigón, se colocarán en aquellos lugares de la cámara donde la temperatura sea representativa de la media reinante en ella. Para el moldeado de las probetas se emplearán únicamente moldes metálicos.
3. 8) Finalizado el curado a vapor y una vez que la temperatura de los elementos estructurales y de las probetas de control correspondientes hayan alcanzado la temperatura ambiente, se procederá al ensayo de las mismas a compresión. Cuando la resistencia media obtenida alcance el valor establecido por el proyectista para ello, se procederá al traslado de los elementos hasta el lugar de su almace-

namiento.

En caso contrario se prolongará el curado sin realizar el traslado, hasta alcanzar la resistencia exigida.

Inmediatamente después de realizado el traslado de los elementos y de las restantes probetas de control, ambos serán sometidos a un mismo curado húmedo continuo adicional, hasta que la resistencia media del hormigón, determinada mediante el ensayo de las probetas curadas en la cámara conjuntamente con los elementos premoldeados, alcance por lo menos el 80% de la resistencia característica especificada. En ningún caso este período de curado húmedo adicional será menor de 48 horas.

- 3.9) El Constructor dispondrá la instalación del número necesario de termómetros registradores capaces de indicar en forma precisa y continua las variaciones de temperatura que se produzcan en la cámara en función del tiempo. Se requerirá la instalación de por lo menos un termómetro registrador por cada 60 m lineales de cámara de 2,50 m de ancho.

10.6. DISPOSICIONES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON MASIVO

Las disposiciones del artículo 10.6. tendrán aplicación en los casos en que la masa de hormigón que constituye el elemento estructural sea suficientemente grande como para que puedan producirse agrietamientos u otros problemas provocados por temperaturas diferenciales excesivas ocasionadas por el calor de hidratación del cemento. Las dimensiones críticas de los elementos dependen de diferentes factores como: condiciones climáticas, relación entre el volumen y la superficie del elemento, velocidad de hidratación, volumen y temperatura de los materiales con que se pondrá en contacto el hormigón, consecuencias de carácter funcional del agrietamiento superficial, etc. No tiene aplicación para la construcción de presas.

10.6.2.b) HORMIGON MASIVO. MATERIALES

El aditivo fluidificante retardador se empleará especialmente:

- En épocas de temperaturas elevadas, con el objeto de evitar la formación de juntas no previstas de trabajo.
- Para contrarrestar los efectos perjudiciales de las temperaturas ambientes elevadas.
- Para reducir la velocidad de elevación de temperatura del hormigón.

10.6.4. COLOCACION DEL HORMIGON MASIVO

- a) En el caso de secciones transversales cuya menor dimensión lineal no exceda de 1,50 m, la temperatura máxima del hormigón, en el momento de su colocación en los encofrados, no será mayor de 20°C. Si la menor dimensión lineal excede de la cifra indicada, la temperatura del hormigón no será mayor de 15°C.

En estructuras de hormigón simple, el asentamiento máximo del hormigón fresco (IRAM 1536) no excederá de 5 cm, con una tolerancia en más, para pastones individuales, de hasta 2,5 cm respecto del máximo indicado, siempre que el asentamiento medio del hormigón de los últimos diez pastones ensayados no exceda de 5 cm.

Cuando el tamaño del árido grueso exceda de 50 mm, el asentamiento del hormigón se determinará inmediatamente después de pasarlo por un tamiz de mallas cuadradas de 37,5 mm de lado.

En estructuras de hormigón armado se dará cumplimiento a lo establecido en el artículo 6.6.3.10., limitando los ámbitos de consistencia hasta el A-2 inclusive.

El hormigón se colocará empleando preferentemente baldes con descarga de fondo de características adecuadas. En casos particulares, previa aprobación por el Director de Obra podrá colocarse por bombeo. La cantidad de hormigón depositado en cada lugar deberá ser tal que el mismo pueda ser rápida y completamente compactado sin que entre capas sucesivas de hormigón fresco se produzcan juntas no previstas de trabajo. Al efecto, al colocar hormigón fresco sobre otro colocado en la capa an-

terior, éste debe tener una resistencia a la penetración determinada con las agujas de Proctor (IRAM 1662) no mayor de $0,5 \text{ MN/m}^2$ (5 kgf/cm^2).

Además, al vibrar o revibrar simultáneamente dos capas de hormigón superpuestas, la resistencia a la penetración de la capa colocada en primer término, no excederá de $3,0 \text{ MN/cm}^2$ (30 kgf/cm^2).

- b) Para lograr que la superficie expuesta del hormigón fresco sea la menor posible, especialmente en el caso de las estructuras de hormigón simple o débilmente armadas, el elemento estructural se ejecutará colocando sucesiva y simultáneamente las capas de hormigón en progresión de escalera.

Al colocar la primera capa, la operación se iniciará en uno de los extremos del elemento y abarcando el ancho total del mismo, avanzando hacia el extremo opuesto. Cuando la primera capa tenga aproximadamente $3,0 \text{ m}$ de longitud y después de haberla compactado adecuadamente, a partir del mismo extremo donde comenzó la colocación de la primera capa, se iniciará la colocación y compactación de la segunda capa de hormigón, que tendrá el mismo ancho y espesor que la colocada anteriormente. Entre las longitudes de dos capas sucesivas se mantendrá permanentemente una diferencia de longitud del orden de $1,50 \text{ m}$ en el sentido de avance. La segunda capa a su vez puede ser seguida por una tercera, dependiendo del espesor del elemento que se esté ejecutando, debiendo procederse en este caso en forma similar a la descrita para la primera y segunda capa.

- c) Cuando las operaciones de colocación hagan necesario verter el hormigón desde alturas mayores de $1,50 \text{ m}$, el mismo será conducido hasta su lugar de colocación mediante tubos cilíndricos verticales de diámetro adecuado, debiendo evitarse que el material caiga libremente y en cualquier lugar.

Mientras se realiza la operación, el conducto se mantendrá permanentemente lleno de hormigón, y su extremo inferior permanecerá sumergido en el hormigón fresco.

En estructuras de hormigón armado, no deberá arrojarse el hormigón a través de las barras de armaduras, ni dentro de encofrados profundos, contengan o no armaduras, sin cumplir los requisitos establecidos en el primer párrafo de este anexo. Asimismo, antes de proce-

der a colocar el hormigón en los encofrados, deberá eliminarse todo resto de pasta o de mortero endurecidos que pudiesen existir sobre las armaduras.

- d) Antes de colocar hormigón fresco sobre la superficie horizontal superior de un bloque o elemento estructural cuyo hormigón ha endurecido, se dejarán transcurrir por lo menos 5 días contados a partir del momento de terminación de su ejecución. Previamente, la superficie de hormigón endurecido será tratada en la forma establecido en el artículo 10.2.5.1.

CAPITULO 11 . HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO Y EN TIEMPO CALUROSO

11.1. HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO

Se define como tiempo frío al del período en el que durante más de 3 días consecutivos la temperatura media diaria es menor de 5°C.

11.1.1. Temperatura del hormigón fresco inmediatamente antes de su colocación

- a) Inmediatamente antes de su colocación, el hormigón tendrá las temperaturas mínimas indicadas en la Tabla 13.

Tabla 13 . Temperaturas mínimas del hormigón fresco

Temperatura del aire °C	Mínima dimensión lineal de la sección (cm)			
	menor de 30	30 a 90	90 a 180	mayor de 180
- 1 a + 7	16°C	13°C	10°C	7°C
- 18 a - 1	18°C	16°C	13°C	10°C
menor de - 18	21°C	18°C	16°C	13°C

- b) La temperatura máxima del hormigón fresco, antes de su colocación en los encofrados, será de 30°C (ver el anexo a este artículo).

11.1.2. Condiciones para la colocación del hormigón

- a) En épocas de bajas temperaturas, no se permitirá iniciar las tareas de colocación del hormigón sin que el Director de Obra haya verificado previamente la existencia en obra de los medios necesarios, en cantidad suficiente, para proteger al hormigón contra la acción de las bajas temperaturas, y verificado su eficacia. Los medios indicados deben encontrarse disponibles para su empleo inmediato.
- b) Los materiales componentes del hormigón estarán libres de nieve, hielo y escarcha. El hormigón fresco no se pondrá en contacto con suelos ni hormigones congelados, debiendo eliminarse la nieve, el hielo y la escarcha de los encofrados, armaduras y del lugar que ocupará el hormigón, antes de proceder a su colocación.

c) Cuando no se posean los medios adecuados para proteger al hormigón de las bajas temperaturas (ver el artículo 11.1.3.), las operaciones de colocación serán interrumpidas en los siguientes casos:

- Cuando la temperatura ambiente en el lugar de la obra, a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor, sea menor de 5°C.
- Cuando pueda preverse que dentro de las 48 horas siguientes al momento de colocación, la temperatura pueda descender por debajo de 0°C. Al efecto, el hecho de que la temperatura ambiente a las nueve de la mañana, hora solar, sea menor de 4°C, se tomará como indicio suficiente para prever que dentro del plazo indicado se alcanzará el límite de temperatura establecido anteriormente.

d) Todo hormigón que haya resultado perjudicado por la acción desfavorable de las bajas temperaturas, será eliminado y reemplazado antes de continuar con las tareas de hormigonado.

(Ver el anexo a este artículo).

11.1.3. Protección del hormigón fresco contra la acción de las bajas temperaturas

a) Cuando la temperatura del aire se espera que descienda debajo de los 2°C sobre 0, después de su colocación en los encofrados, el hormigón fresco será protegido con el fin de evitar pérdidas de calor, la congelación del mismo y la consiguiente acción perjudicial de las heladas y el secado.

b) El período de protección será de 72 horas si el hormigón contiene cemento normal, y de 48 horas si el cemento es de alta resistencia inicial.

(Ver el anexo a este artículo).

c) Con el objeto de evitar su destrucción, el hormigón inmediatamente después de colocado en los encofrados y durante el período de protección establecido será mantenido, de acuerdo con las mínimas dimensiones lineales de las secciones que figuran en la tabla 14, a las temperaturas mínimas que en la misma se indican, Durante dicho período, mediante métodos y procedimientos adecuados, también se evitará el secado y toda pérdida de humedad del hormigón.

Tabla 14. Temperatura mínima a que debe mantenerse el hormigón fresco después de su colocación en los encofrados y durante el período de protección establecido

	Mínima dimensión lineal de la sección (cm)			
	menor de 30	30 a 90	90 a 180	mayor de 180
Temperatura mínima a que debe mantenerse el hormigón durante el período de protección, a los efectos de evitar su destrucción por acción de las bajas temperaturas	13° C	10° C	7° C	5° C

11.2. HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO

Se define como tiempo caluroso a cualquier combinación de alta temperatura ambiente, baja humedad relativa y velocidad de viento, que tienda a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o que contribuya a la obtención de propiedades anormales del citado material.

- a) En épocas de tiempo caluroso, se prestará especial atención a toda circunstancia referente a materiales, métodos de elaboración, transporte, colocación, compactación, protección y curado, que pueda producir una elevación de temperatura del hormigón, la evaporación de su contenido de agua, su endurecimiento prematuro, y las consiguientes dificultades de colocación, reducción de la resistencia y durabilidad, y agrietamiento.
- b) Las operaciones de colocación del hormigón serán interrumpidas cuando las condiciones ambientales y la temperatura del hormigón impidan realizar dichas operaciones en forma adecuada, o produzcan el agrietamiento del hormigón, perjudiquen en cualquier forma la calidad del mismo o de la estructura, salvo el caso en que se adopten medidas inmediatas que permitan evitar, con efectividad, los inconvenientes citados.
- c) Todo hormigón que en tiempo caluroso resulte perjudicado por la acción de las altas temperaturas, combinadas con los demás factores adversos citados anteriormente, será eliminado y reemplazado por otro de la calidad especificada.
- d) La temperatura del hormigón, en el momento inmediatamente anterior

a su colocación en los encofrados, será siempre menor de 30°C. Cuando dicha temperatura sea de 30°C o mayor, se suspenderán las operaciones de colocación.

- e) El hormigón no contendrá aditivos aceleradores ni cemento de alta resistencia inicial. Previa autorización del Director de Obra, podrá contener un aditivo retardador que cumpla las especificaciones establecidas en la norma IRAM 1663.
- f) El tiempo de mezclado del hormigón no excederá de 90 segundos.
- g) Las superficies expuestas (no encofradas) de hormigón fresco deberán mantenerse continuamente humedecidas mediante riego con agua en forma de niebla, arpilleras húmedas u otros medios adecuados, durante 24 a 48 horas después de la colocación.
- h) Los encofrados de madera se mantendrán continuamente humedecidos hasta finalizar el período de curado. La parte superior de los elementos estructurales verticales, como muros y columnas, se regarán para mantenerlos continuamente humedecidos y facilitar la circulación de agua entre el encofrado y el hormigón.
- i) Las probetas empleadas para determinar la resistencia del hormigón, serán sometidas a un curado normalizado.

(Ver el anexo a este artículo).

ANEXOS AL CAPITULO 11

INDICE

11.1.1. TEMPERATURA DEL HORMIGON FRESCO INMEDIATAMENTE ANTES DE SU COLOCACION	A.11 - 1
11.1.2. CONDICIONES PARA LA COLOCACION DEL HORMIGON	A.11 - 1
11.1.3. PROTECCION DEL HORMIGON FRESCO CONTRA LA AC- CION DE LAS BAJAS TEMPERATURAS	A.11 - 1
11.2. HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO	A.11 - 3



ANEXOS AL CAPITULO 11

11.1.1. b) TEMPERATURA DEL HORMIGON FRESCO INMEDIATAMENTE ANTES DE SU COLOCACION

La temperatura del hormigón fresco no debe ser tan elevada que pueda provocar inconvenientes como: pérdida de asentamiento, fraguado instantáneo o juntas no previstas de trabajo. Si bien en el texto reglamentario se limita el máximo a 30°, es recomendable que no pase de 25°.

11.1.2. CONDICIONES PARA LA COLOCACION DEL HORMIGON

Para elaborar el hormigón no se emplearán agregados congelados ni sales o productos químicos con el objeto de evitar su congelación. Cuando el agua o los productos químicos agregados sean calentados a temperaturas mayores que 40°C, primeramente se mezclará el agua con los agregados, antes de introducir el cemento en la hormigonera. El cemento no se mezclará con el agua ni con mezclas de agua y agregados que se encuentren a temperaturas mayores de 40°C. El agua no se calentará a más de 80°C ni los agregados a una temperatura media de más de 65°C, y en ningún punto de la masa de los mismos la temperatura puede exceder de 100°C. El equipo empleado para ello calentará uniformemente a la masa de los mencionados materiales.

11.1.3. PROTECCION DEL HORMIGON FRESCO CONTRA LA ACCION DE LAS BAJAS TEMPERATURAS

- a) Al efecto podrán emplearse materiales, cubiertas o mantas aislantes, que se colocarán sobre las superficies que estén en contacto con la atmósfera, encofrados aislantes, cubiertas protectoras que encierren a la estructura en un recinto hermético al que se provea de calor mediante vapor de agua u otro medio adecuado, desencofrando la

estructura a mayor edad, etc.

Las medidas protectoras a aplicar en cada caso dependerán principalmente de las condiciones climáticas, del tipo y contenido unitario de cemento empleado, de la temperatura del suelo o estructuras con que se pondrá en contacto el hormigón fresco; de la naturaleza y dimensiones de los elementos estructurales, así como del tipo y materiales que constituyen los encofrados.

Asimismo, a los efectos de una mejor protección del hormigón y de la estructura, especialmente en el caso de los elementos estructurales de reducida sección transversal, resultará conveniente incrementar el contenido unitario de cemento del hormigón y, cuando ello sea posible y se autorice previamente, emplear cemento de alta resistencia inicial. En el mismo sentido es aconsejable que el hormigón contenga la menor cantidad de agua posible y que su asentamiento sea el estrictamente necesario para su adecuada colocación, compactación y terminación. El empleo de un fluidificante (reductor del contenido de agua de mezclado) que no retarde el tiempo de fraguado inicial del hormigón, facilitará la protección. Dicho aditivo deberá ser ensayado con resultados satisfactorios previamente a su empleo en obra.

Cuando para mantener al hormigón fresco a las temperaturas mínimas indicadas en la Tabla 14, se empleen fuentes artificiales de calor distintas del vapor de agua, como los radiadores o calefactores a combustión, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el secado del hormigón. Además los calefactores a combustión no serán empleados en las primeras 24 horas después del moldeo, salvo el caso en que se adopten medidas adecuadas para evitar la exposición del hormigón fresco al contacto con la atmósfera contaminada por los gases de combustión que contienen anhídrido carbónico.

- b) Si el cemento empleado tiene una velocidad de endurecimiento menor que la correspondiente y corriente para el cemento normal, el período de protección será convenientemente aumentado. Además de la protección que aquí se establece contra la acción destructiva de las bajas temperaturas, el hormigón también será protegido en forma adecuada y durante el tiempo necesario, con el objeto de que pueda alcanzar las resistencias especificadas en los plazos que correspondan.

Si el hormigón no contiene aire intencionalmente incorporado en su masa en las cantidades especificadas en el artículo 6.6.3.8., los períodos de protección serán por lo menos dobles de los establecidos anteriormente o, como alternativa, se extenderán hasta que las probetas moldeadas de acuerdo con lo que establece el artículo 7.6., curadas en condiciones tan idénticas como sea posible a las que se encuentre sometido el hormigón de la estructura que representan, indiquen que éste ha alcanzado una resistencia media de rotura a compresión de por lo menos $7,0 \text{ MN/m}^2$ (70 kgf/cm^2).

11.2. HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO

- a) En tiempo caluroso, diariamente y a distintas horas, con frecuencia adecuada, se registrará la temperatura y humedad relativa ambiente, la temperatura del hormigón y la velocidad del viento. La información se correlacionará con el lugar de colocación del hormigón en la estructura. Cuando la temperatura del aire ambiente sea de 25°C y en ascenso, se tomará la temperatura del hormigón fresco recién mezclado a intervalos de una hora.
- c) La reducción de la temperatura del hormigón puede lograrse reduciendo la temperatura de sus materiales componentes, especialmente del agua y de los agregados. La reducción de la temperatura del agua podrá obtenerse por refrigeración, o empleando hielo como parte del agua de mezclado. Todo el hielo deberá haberse licuado antes de terminar el período de mezclado. El cemento tendrá la menor temperatura posible, siempre menor de 70°C .
- d) Cuando la temperatura del aire ambiente llegue a 30°C se procederá a rociar y humedecer los moldes, encofrados y suelo de fundación con agua a la menor temperatura posible. Además, las pilas de agregado grueso se mantendrán preferentemente a la sombra y permanentemente humedecidas, las operaciones de colocación, compactación y terminación se realizarán con la mayor rapidez posible, y el curado se iniciará tan pronto el hormigón haya endurecido suficientemente como para que las superficies expuestas de las estructuras no resulten afectadas por el tipo de curado adoptado.

Asimismo, los depósitos y tuberías conductoras de agua y las correspondientes al hormigón transportado por bombeo, lo mismo que el tambor de la hormigonera, se mantendrán a la sombra o se aislarán térmicamente y se pintarán con pintura blanca. Si las condiciones de temperatura son críticas, las operaciones de hormigonado se realizarán únicamente por la tarde, o de preferencia por la noche. Cuando la temperatura de las barras de acero para armaduras sea de 40°C o mayor, los encofrados metálicos y las armaduras se regarán con agua, inmediatamente antes de la colocación del hormigón. Inmediatamente antes de ingresar el hormigón a los encofrados, deberá eliminarse toda acumulación de agua que pueda existir en el lugar que ocupará el hormigón.

- g) En cualquier condición climática, pero muy especialmente en épocas de tiempo caluroso, el curado es una de las operaciones que, desde el punto de vista de la calidad del hormigón y de las estructuras, reviste la mayor importancia.

En el caso particular de las superficies de hormigón fresco expuestas al aire será imprescindible mantenerlas permanentemente humedecidas, durante por lo menos las primeras 24 horas posteriores al momento de su terminación, con el objeto de evitar la formación de juntas no previstas de trabajo y también el consiguiente agrietamiento que se produce, cuando el hormigón está aún en estado plástico, por efecto de una gran evaporación del agua de mezclado y consiguiente secado. Ello puede lograrse en la mejor forma mediante riego con agua en forma de niebla, arpilleras húmedas u otros medios adecuados, seguida inmediatamente por el período de curado húmedo continuo especificado.

El curado húmedo, con agua de aproximadamente igual temperatura que la del hormigón, será iniciado tan pronto como éste haya endurecido lo suficiente como para que no se produzcan daños superficiales. El agua de curado en ningún caso tendrá una temperatura 10°C menor que la del hormigón. En caso necesario, las superficies expuestas serán protegidas contra la acción del viento y del sol. Esta protección se extremará en las primeras horas transcurridas después de realizadas las operaciones de terminación.

CAPITULO 12. ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTEN Y APUNTALAMIENTOS
 TOLERANCIAS DE ORDEN CONSTRUCTIVO
 REMOCION DE ENCOFRADOS Y DE SUS ELEMENTOS DE SOSTEN

TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS
 REPARACION DE LOS DEFECTOS DE TERMINACION SUPERFICIAL

TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS INCLUIDAS EN
 LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON

ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTEN Y APUNTALAMIENTOS
 TOLERANCIAS DE ORDEN CONSTRUCTIVO
 REMOCION DE ENCOFRADOS Y DE SUS ELEMENTOS DE SOSTEN

12.1. ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTEN Y APUNTALAMIENTOS

12.1.1. Disposiciones generales

Todas las estructuras de carácter temporario, como apuntalamientos, cimbras, encofrados, andamios y otras similares que sean requeridas por razones de orden constructivo, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- a) Se emplearán materiales de características adecuadas, que les permitan cumplir las funciones que les corresponden, con un grado de seguridad totalmente satisfactorio.
- b) Las secciones y dimensiones se calcularán con la combinación de esfuerzos de cualquier naturaleza, que al actuar y superponerse producen las tensiones más desfavorables.
- c) Se ejecutarán cuidadosamente y de manera tal que hasta el momento de su remoción o sustitución por las estructuras permanentes, proporcionen el mismo grado de seguridad que éstas.

12.1.2. Proyecto y construcción

- a) El proyecto, cálculo y construcción de los apuntalamientos, cimbras, encofrados, andamios y otras estructuras temporarias, serán realiza-

dos bajo la total responsabilidad del Constructor. Los que sean de dimensiones tales que sobre ellos no se tenga suficiente experiencia serán proyectados por un profesional especializado a juicio del Director de Obra.

Los cálculos y planos correspondientes formarán parte de los documentos de obra, y se mantendrán a la vista, conjuntamente con el resto de la documentación técnica. El proyecto y construcción se ejecutarán teniendo en cuenta las reglas y conocimientos correspondientes a la carpintería de armar. En caso de no disponerse de normas IRAM u otras normas nacionales correspondientes al efecto, la estabilidad de estas construcciones se regirá por lo establecido en el artículo 12.1.1.

- b) En el caso de las estructuras de hormigón de más de 7,00 m de luz por tramo, con suficiente anticipación a la fecha de ejecución de la estructura, el Constructor someterá a consideración del Director de Obra, los planos y memorias de cálculo de las estructuras temporarias enumeradas en el inciso a), que corresponda ejecutar.
- c) Las tareas de hormigonado no se iniciarán si previamente el Director de Obra no ha aprobado los mencionados planos y memorias de cálculo. La aprobación no exime al Constructor de la total responsabilidad que le incumbe. Los planos aprobados formarán parte de la documentación del proyecto.

12.1.3. Características y condiciones generales

- a) Los elementos resistentes se construirán con madera, perfiles o tubos metálicos, o con otros materiales de características y condiciones igualmente satisfactorias.
- b) Tendrán la resistencia, estabilidad, forma, rigidez y seguridad necesarias para resistir sin hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales, la combinación más desfavorable de los efectos derivados del peso propio, peso del hormigón y de las armaduras, así como sobrecargas y esfuerzos de cualquier naturaleza y dirección a que puedan verse sometidos en las condiciones de trabajo en obra, hasta su remoción, una vez finalizado el proceso constructivo. Se tendrán especialmente en cuenta los efectos ocasionados por la colocación, la compactación del hormigón fresco mediante vibración mecáni-

ca de alta frecuencia, la acción del viento, sobrecargas y otros esfuerzos dinámicos.

- c) Las deformaciones que se produzcan durante el proceso constructivo no deberán ser superiores que las que ocurran en las construcciones de carácter permanente ejecutadas con los mismos materiales.
- d) A los efectos de asegurar la más completa estabilidad y rigidez de las estructuras temporarias en las condiciones de servicio, se dispondrán arriostramientos longitudinales y transversales adecuados.
- e) Para la ejecución de estas estructuras no se permitirá el empleo de maderas mal estacionadas.
- f) La remoción de los apuntalamientos, cimbras y encofrados deberá poder realizarse con facilidad y gradualmente, sin necesidad de aplicar golpes ni vibraciones. En caso necesario, la remoción debe poder realizarse por partes.
- g) Para corregir posibles asentamientos que puedan producirse antes o durante las tareas de hormigonado, los puntales y elementos de sostén estarán provistos de cuñas, gatos, tornillos y otros dispositivos adecuados.
- h) En ningún caso se aceptará la fundación directa sobre terreno erosionable, expuesto o no a períodos de crecientes o a la acción de agua en movimiento.

(Ver el anexo a este artículo).

12.1.4. Encofrados

- a) Tendrán las formas, dimensiones, niveles y alineamientos necesarios para moldear las estructuras, de modo tal que ellas resulten de las dimensiones y formas indicadas en los planos y cumplan las tolerancias dimensionales y de posición establecidas en este Reglamento y en los documentos de obra. Cuando las tolerancias máximas no se establezcan en los planos, no excederán los valores establecidos en el artículo 12.2. Su construcción será cuidadosa y esmerada.
- b) Serán resistentes, rígidos y suficientemente indeformables y estancos como para que las estructuras resulten de las formas y dimensiones establecidas en los planos, y también para evitar pérdidas de mortero durante las operaciones de moldeo de aquéllas.

- c) Se construirán con maderas, chapas metálicas u otros materiales igualmente satisfactorios. Dichos materiales, al ponerse en contacto con el hormigón fresco, no ablandarán, decolorarán, mancharán ni perjudicarán en forma alguna la superficie de aquél ni la de las estructuras.
- d) Si en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias no se establece lo contrario, en todos los ángulos y rincones de los encofrados se colocarán molduras o filetes triangulares, de madera, cepillados. Para los casos corrientes, los triángulos serán rectángulos y sus catetos medirán 2,5 cm.
- e) Al proyectar y construir los encofrados se dispondrán las contraflechas necesarias, a los efectos de compensar posibles hundimientos y deformaciones de los mismos, ocasionados por las cargas actuantes sobre ellos y por el descenso de la estructura de hormigón después de desencofrada. La forma y perfil de la estructura una vez terminada y expuesta a las condiciones de servicio, serán los que se indican en los planos.
- f) Para facilitar la inspección y limpieza de los encofrados, y también para facilitar y vigilar la colocación y compactación del hormigón, especialmente en el caso de los encofrados profundos, en el pie de columnas, pilares y muros, a distintas alturas y a distancias horizontales máximas de 2,50 m entre sí, se dejarán aberturas provisionales de formas y dimensiones adecuadas. En igual forma se procederá con el fondo y costados de las vigas, empotramientos de voladizos, y en otros lugares de los encofrados de fondos inaccesibles y de difícil inspección y limpieza.
- g) Cuando se compruebe, antes o durante la colocación del hormigón, que los encofrados adolecen de defectos evidentes o no cumplan las condiciones establecidas, se interrumpirán las operaciones de colocación del hormigón. Las mismas no serán reiniciadas hasta tanto no se hayan corregido las deficiencias observadas.
- h) Los encofrados de madera no protegidos contra la acción de la intemperie, no deben quedar expuestos al viento y al sol durante un tiempo prolongado. Antes de proceder al moldeo de las estructuras, y con suficiente anticipación, dichos encofrados serán convenientemente humedecidos.
- i) Los moldes para construir elementos estructurales premoldeados, se

ejecutarán con cuidados especiales y con la mayor precisión posible. Tendrán la resistencia y rigidez adecuadas como para resistir, sin deformaciones, los esfuerzos y movimientos provocados durante la colocación del hormigón y su compactación por vibración, realizada mediante mesas vibratorias o vibradores de inmersión o de encofrados.

(Ver el anexo a este artículo).

12.2. TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE POSICION DE LAS ESTRUCTURAS Y ARMADURAS

- a) Las estructuras deberán construirse con todo cuidado y precisión, respetando las posiciones, niveles y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto.
- b) En el caso de falta de cumplimiento de lo dispuesto en el presente artículo 12.2., se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.2.

12.2.1. Cuando en los planos, Especificaciones Técnicas Complementarias u otros documentos no se indiquen tolerancias constructivas más exigentes, se admitirán las siguientes tolerancias máximas:

- a) Diferencias de nivel

En las superficies de hormigón, horizontales o inclinadas, según corresponda, se admitirán las siguientes tolerancias, con respecto a los niveles teóricos indicados en los planos:

- en 3 m	6,0 mm
- en cada tramo de hasta un máximo de 6 m	10,0 mm
- en tramos o longitudes mayores de 6 m	20,0 mm

- b) Falta de alineación horizontal en la ubicación de las columnas y demás elementos portantes o variación del emplazamiento de la estructura, respecto de los indicados en los planos:

- en hasta 6 m	6,0 mm
- máximo para la longitud total	25,0 mm

- c) Falta de alineación vertical en las columnas y pilares superpuestos:

- en 3 m de altura	6,0 mm
- en cada piso hasta un máximo de 6 m de altura	10,0 mm
- máximo para la altura total	25,0 mm

d) Falta de verticalidad de la columna y separación del eje de los arcos respecto de su trazado teórico:

- El eje real de la columna o del arco, no podrá separarse del teórico en cualquier dirección, en más de 1/5 de la distancia del centro de la sección al borde del núcleo central respectivo, ni superar el valor de la excentricidad no prevista calculada según el artículo 17.4.6. de este Reglamento.

e) Dimensiones de los elementos de hormigón

- La tolerancia de toda dimensión lineal d_b (expresada en mm) del hormigón (sea ésta: altura o ancho de una sección, largo de una pieza, flecha de un arco, etc) no debe superar:

$$\pm 2,5 \cdot \sqrt[3]{d_b / 10} \quad (4)$$

El valor que se obtenga de la expresión se redondeará al milímetro entero más próximo. Si de la aplicación de esta expresión surgiera un valor de tolerancia superior a 30 mm, el mismo quedará limitado a esta última cifra.

f) Armaduras

- 1) Formas y áreas de las secciones transversales rectas: Se aceptarán las que especifiquen las normas IRAM-IAS de acero para la construcción en vigencia (ver el artículo 6.7. de este Reglamento).

2) Dimensiones lineales

- Para toda dimensión lineal d_a , expresada en milímetros, y medida según el eje longitudinal de la barra, la tolerancia en milímetros se tomará igual a:

$$\pm 5 \cdot \sqrt[3]{d_a / 10} \quad (5)$$

valor que no superará en ningún caso los 60 mm.

- Cuando se trate de armaduras transversales de piezas zunchadas, la tolerancia se reducirá a:

$$\pm 2,5 \cdot \sqrt[3]{d_a / 10}$$

expresada en milímetros.

El valor resultante de la aplicación de las dos expresiones

anteriores se redondeará al milímetro entero más próximo.

3) Posición de las armaduras

- En el caso de que no estuviesen específicamente indicados en los planos, el recubrimiento mínimo de hormigón y la separación mínima entre las barras de armaduras, serán los establecidos en los Capítulos 13 y 18 de este Reglamento, no admitiéndose tolerancia alguna en menos.
- La distancia entre el eje de una barra y la superficie exterior más próxima del hormigón no diferirá de la distancia teórica d_a (expresada en milímetros) indicadas en los planos, en más de:

$$\pm 5 \cdot \sqrt[3]{\frac{d_a}{10}} \text{ mm} \quad (7)$$

- Las separaciones entre las barras de armadura principales en las piezas flexadas y comprimidas, en general no diferirán de los valores teóricos T (expresados en milímetros) indicados en los planos, en más de:

$$\pm 5 \cdot \sqrt[3]{\frac{d_a}{10}} \text{ mm} \quad (8)$$

- Para las armaduras transversales de las piezas zunchadas y para las longitudinales de las piezas flexocomprimidas con relación $d'/h \geq 0,12$ y con $h_t < 25$ cm, la tolerancia se reducirá a la mitad de la establecida en la expresión (8)

siendo:

d' la distancia del baricentro de la armadura comprimida a la fibra más comprimida;

h la altura útil de la sección;

h_t la altura total de la sección.

12.3. REMOCION DE ENCOFRADOS, CIMBRAS, APUNTALAMIENTOS Y OTROS ELEMENTOS DE SOSTEN

12.3.1. Disposiciones Generales

- a) La remoción de los encofrados, cimbras y elementos de sostén sólo po-

drá realizarse cuando el hormigón, de acuerdo con los resultados de ensayos de resistencia realizados según lo establecido en el artículo 7.6., haya endurecido suficientemente, y después que el representante autorizado del Constructor, haya dado las instrucciones necesarias para iniciar las operaciones. Dicho representante sólo debe acordar la autorización para iniciar las tareas, cuando posea evidencias satisfactorias de que la resistencia del hormigón es adecuada.

- b) Se considerará que la resistencia del hormigón es adecuada si el elemento estructural tiene la capacidad portante necesaria, con el grado de seguridad establecido en el artículo 17.2.2., para resistir las cargas actuantes en el momento de realizar las operaciones de remoción. (Ver el anexo a este artículo).
- c) Antes de iniciar las tareas de remoción de los encofrados, elementos de sostén y apuntalamientos, el Constructor pondrá en conocimiento del Director de Obra, las evidencias disponibles sobre la resistencia del hormigón, la fecha en que se realizarán las mencionadas operaciones y el programa de trabajo. El Constructor tendrá la responsabilidad total emergente de las decisiones que adopte y de la seguridad de la estructura.
- d) La remoción se realizará cuidadosa y gradualmente, sin aplicación de golpes ni de vibraciones, mediante métodos y procedimientos que solamente se traduzcan en esfuerzos estáticos (Ver el anexo a este artículo).
- e) En el caso de estructuras pretensadas, cumpliéndose lo especificado en todos los incisos anteriores, la remoción de cimbras y puntales sólo podrá iniciarse después de haber aplicado esfuerzos de pretensado de intensidad suficiente como para que la estructura sea capaz de resistir su peso propio y las sobrecargas previstas para el proceso constructivo.
- f) Para encofrados especiales, como los deslizantes por ejemplo, los plazos de desencofrado se determinarán experimentalmente de acuerdo con las condiciones generales establecidas anteriormente, debiendo asegurarse en todo momento la estabilidad de la estructura con el grado adecuado de seguridad.
- g) Durante el período constructivo, sobre las estructuras no se acumu-

larán cargas, materiales ni equipos que resulten peligrosos para la estabilidad de aquéllas. La misma disposición tiene validez para las estructuras recientemente desencofradas y descimbradas.

- h) En el caso de estructuras constituídas por elementos premoldeados y elementos moldeados in situ, el momento para iniciar la remoción de encofrados y elementos de sostén correspondientes a una determinada sección, se regirá por la menor de las resistencias de ambos hormigones en el momento considerado.
- i) En ningún caso, las probetas moldeadas para determinar el endurecimiento y la resistencia del hormigón de obra, tratadas en la forma establecida en el artículo 7.6., recibirán un curado más favorable que el de la condición más desfavorable a que estuvo sometida la porción de hormigón que representan.

12.3.2. Disposiciones referentes al momento de remoción de encofrados y elementos de sostén

A los efectos de posibilitar el cumplimiento de lo establecido en el artículo 12.3.1.a), las tareas de remoción no serán iniciadas si la resistencia media del hormigón de la estructura, determinada mediante el ensayo de probetas moldeadas, estacionadas y curadas de acuerdo con lo establecido en el artículo 7.6., no ha alcanzado por lo menos el 75% de la resistencia característica especificada, o bien el doble de la resistencia necesaria para resistir las máximas tensiones que aparecerán en la estructura en el momento de la remoción. De las dos alternativas indicadas, prevalecerá la que requiera una mayor resistencia del hormigón (Ver el anexo a este artículo).

12.3.3. Plazos mínimos de remoción de los encofrados y elementos de sostén

- a) La falta de resultados de ensayos de resistencia del hormigón de obra, que constituyen importantes elementos de juicio para decidir respecto del momento en que podrá iniciarse la remoción de encofrados y sus elementos de sostén, sólo podrá justificarse para obras de importancia estructural menor, a juicio del Director de Obra, o cuando ello esté expresamente autorizado por las Especificaciones Técnicas Complementarias. De lo contrario deberá cumplir lo estipulado en el inciso d) de este artículo.
- b) En tales circunstancias, para la remoción de los encofrados y de sus elementos de sostén se observarán los plazos mínimos estimativos de

orientación que se indican más adelante. Dichos plazos mínimos tienen validez siempre que se haya dado cumplimiento a lo establecido en los artículos 10.4.1. y 10.4.2. respecto de los períodos de protección y curado mínimos, durante los cuales el hormigón fue mantenido a las temperaturas especificadas, en general mayores de 10°C, impidiéndose la evaporación del agua contenida en la masa del hormigón. En caso contrario los plazos mínimos serán ampliados, de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

- c) Dichos plazos se contarán a partir del momento en que la última porción de hormigón se colocó en el elemento estructural considerado, o en los elementos de las luces adyacentes, si se trata de una estructura de tramos múltiples. Los plazos que se indican se aumentarán en un número de días por lo menos igual al de aquellos en que la temperatura del aire en contacto con la estructura fue menor que 5°C.
- d) Cuando no se disponga de resultados de ensayos y el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias no exima de la mencionada exigencia, los plazos mínimos que se indican en el inciso e) serán por lo menos duplicados, y los encofrados y elementos de sostén permanecerán colocados durante los nuevos plazos mínimos que resulten de la aplicación del criterio de seguridad expuesto.
- e) Los plazos mínimos a que se hizo referencia en los incisos anteriores son los siguientes:
- | | |
|--|---------|
| - Túneles y conductos circulares: | 3 días |
| - Encofrados laterales de vigas, muros y columnas: | 3 días |
| - Encofrados de losas, dejando puntales de seguridad: | 14 días |
| - Fondos de vigas y cimbras de arcos, dejando puntales de seguridad: | 14 días |
| - Remoción de puntales de seguridad y otros elementos de sostén en vigas, pórticos y losas de grandes luces: | 21 días |
- f) En casos especiales o cuando se empleen cementos cuya velocidad de desarrollo de resistencia sea menor que la de los cementos normales, los plazos serán adecuadamente aumentados a juicio del Director de Obra.
- g) En caso de empleo de cemento pórtland de alta resistencia inicial, o si se emplean aditivos aceleradores de resistencia de características y calidad conocidas y aprobadas, que permitan obtener resisten-

cias del mismo orden que las que se obtienen con los mencionados cementos, los plazos mínimos establecidos podrán ser adecuadamente reducidos, a juicio del Director de Obra, con tal de que en todo momento se mantengan las condiciones de seguridad de la estructura.

12.3.4. Apoyos, apuntalamientos y otros elementos de sostén

- a) Con el objeto de reducir las flechas y deformaciones debidas al efecto de la fluencia lenta y de la contracción por secado del hormigón, los puntales y demás elementos de sostén permanecerán colocados, o se los volverá a colocar, inmediatamente después de realizada la remoción de encofrados. Lo que acaba de expresarse tiene también validez para las estructuras constituidas conjuntamente por elementos premoldeados y hormigón moldeado in situ.
- b) Los puntales, apoyos y demás elementos de sostén permanecerán colocados durante todo el tiempo que sea posible, particularmente en el caso de aquellos elementos estructurales que inmediatamente después de desencofrados se encuentren sometidos a la mayor parte de las cargas de cálculo, o que sean desencofrados a corta edad. En los edificios de varios pisos los puntales y apoyos deben colocarse superpuestos sobre una misma vertical.
- c) En losas y vigas de luces de hasta 8,0 m, en general será suficiente con instalar apoyos en el centro de la luz. Si las luces son mayores, se colocará mayor cantidad de apoyos. Para losas de luces menores de 3,0 m, en general, resulta innecesario colocar apoyos, salvo el caso de espesores de carácter excepcional.

12.3.5. Cargas aplicadas sobre los elementos estructurales inmediatamente después de desencofrados, y aplicación de las cargas y sobrecargas de cálculo

- a) Cuando no sea posible evitar el uso de los elementos constructivos, especialmente losas, durante los primeros días transcurridos después de su ejecución, o de la remoción de los encofrados, se adoptarán precauciones especiales para no perjudicarlas en forma alguna. Sobre las losas recientemente construidas no deberán colocarse, dejarse caer ni amontonarse materiales como agregados, tablonés, elementos premoldeados ni otros, en cantidades tales que puedan perjudicarlas.
- b) Las cargas y sobrecargas de cálculo no se harán actuar sobre la estructura hasta después de transcurridos por lo menos 30 días, conta-

dos a partir de la fecha de colocación de la última porción de hormigón en la estructura, ni si el hormigón de obra no ha alcanzado la resistencia característica establecida en los planos y otros documentos del proyecto.

TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS REPARACION DE LOS DEFECTOS DE TERMINACION SUPERFICIAL

12.4. TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS

Salvo el caso en que el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias establezca lo contrario, las estructuras de hormigón tendrán las terminaciones superficiales resultantes después de desencofradas. Cualquiera sea el tipo de terminación superficial requerido, los defectos superficiales que, a juicio del Director de Obra, puedan afectar a la resistencia, impermeabilidad, durabilidad y aspecto de la estructura, deberán ser adecuadamente reparados para que las superficies reúnan las condiciones establecidas en este Reglamento. En lo que se refiere al aspecto, ello se tendrá especialmente en cuenta en el caso de estructuras y superficies expuestas a la vista.

La reparación de los defectos superficiales se realizará inmediatamente después del desencofrado de las estructuras, debiendo la zona afectada quedar reparada dentro de las 24 horas de iniciada la operación.

Para realizar las tareas de reparación, se requerirá autorización previa del Director de Obra.

(Ver los anexos a este artículo).

12.5. REPARACION DE LOS DEFECTOS DE TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS

12.5.1. Disposiciones generales

- a) El hormigón que por cualquier motivo hubiese resultado superficialmente defectuoso, será eliminado y reemplazado por otro hormigón o por un mortero de calidad adecuada. Todas las reparaciones serán realizadas sin afectar en forma alguna la resistencia, durabilidad, condiciones de servicio, aspecto y seguridad de las estructuras.
- b) El Director de Obra con arreglo a lo dispuesto en este Reglamento, decidirá respecto de la aceptación o rechazo de todo sector o elemento estructural afectado por deficiencias de colocación y compactación

- del hormigón o por otras causas, que no puedan ser consideradas de terminación superficial.
- c) Los trabajos serán realizados únicamente por mano de obra especializada, competente y cuidadosa. Durante estas operaciones se mantendrá una supervisión permanente.
 - d) Las superficies reparadas tendrán las formas, dimensiones, alineamientos y pendientes establecidos en los planos. En superficies expuestas a la vista, las zonas reparadas deben concordar, en niveles, aspecto, color y textura, con los que corresponden a las zonas contiguas.

12.5.2. Defectos Superficiales

Los defectos superficiales que deberán repararse son los siguientes:

- a) Defectos ocasionados por segregación del hormigón, deficiencia de mortero o mala compactación (acumulación de agregado grueso o "nidos de abeja").
- b) Cavidades dejadas por la remoción de los elementos de fijación colocados en los extremos de pernos, bulones y otros elementos internos empleados para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas.
- c) Agrietamientos o roturas producidas por la remoción de los encofrados y elementos de sostén, o por otras causas.
- d) Depresiones superficiales, rebabas, protuberancias o convexidades originadas por defectos de construcción de los encofrados, movimientos de los mismos, o por otras causas.

(Ver el anexo a este artículo).

TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS INCLUIDAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON

12.6. TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS, INCLUIDAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON

12.6.1. Disposiciones Generales

Las tuberías destinadas a la conducción de fluidos sólo podrán quedar incluidas en las estructuras de hormigón, si se cumplen las siguientes condiciones

mínimas:

- a) Las tuberías y sus accesorios se construirán con materiales adecuados, capaces de resistir sin deterioros el contacto con el fluido que conduce y con el hormigón de cemento pórtland. Tendrán diámetros, espesores de paredes y demás características adecuadas al uso a que se destinen y serán capaces de resistir sin inconvenientes las temperaturas y presiones de los fluidos que conducen.
- b) No se emplearán tuberías de aluminio ni de aleaciones que lo contengan, salvo el caso que las mismas se encuentren efectivamente cubiertas o protegidas en forma tal que se evite la reacción que se produce entre el aluminio y los compuestos del cemento pórtland, y la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.
- c) La temperatura máxima del fluido a conducir no excederá de 70°C. Además, las tuberías y sus accesorios no estarán sometidos a presiones que excedan de 1,4 MN/m² (14 kgf/cm²), respecto de la presión atmosférica.

(Ver el anexo a este artículo).

12.6.2. Tuberías de acero destinadas a la conducción de fluidos

En el caso particular de las tuberías de acero destinadas a la conducción de fluidos, además de las disposiciones generales establecidas en el artículo 12.6.1., deberán cumplir las siguientes disposiciones particulares.

- a) En el momento de la colocación del hormigón, las tuberías estarán limpias y libres de óxidos, aceites, grasas y otras sustancias extrañas.
- b) Para la elaboración del hormigón no se emplearán agregados provenientes de playas marítimas, ni los que hayan estado en contacto con aguas saladas o que contengan restos de cloruros o de otras sustancias que puedan provocar o favorecer la corrosión de las tuberías, excepto el caso en que los agregados hayan sido sometidos a un lavado adecuado, hasta eliminar todo resto de sales en exceso de lo que se establece en el artículo 6.5.
- c) El hormigón no contendrá cloruro de calcio, fluoruros ni nitratos, ni aditivos que los contengan.
- d) En ningún caso el contenido unitario de cemento del hormigón será menor de 300 kg/m³ de hormigón compactado. El hormigón tendrá consis-

tencia plástica, y su asentamiento, determinado mediante el método establecido en la norma IRAM 1536, estará comprendido ente 8 cm y 12 cm. Además, el hormigón se compactará hasta obtener su máxima densidad.

- e) Como aguas de mezclado se emplearán únicamente las que cumplan las condiciones establecidas en el artículo 6.5. En ningún caso se empleará agua de mar ni otras que contengan sales en exceso de los límites establecidos en la mencionada especificación. Tampoco se emplearán aguas de origen dudoso o de composición química desconocida.
- f) Previamente al hormigonado, para sostener a las tuberías en sus posiciones definitivas, se emplearán elementos macizos de acero, de mortero compacto endurecido, o de otras sustancias no porosas. El mortero cumplirá las condiciones b) a e) inclusive. No se emplearán elementos constituidos por materiales cerámicos ni madera.
- g) Entre la superficie externa de las tuberías y el hormigón en que queden incluidas, no se interpondrá material alguno. Se asegurará el contacto directo entre la tubería y el hormigón.
- h) Cuando el hormigón que envuelve a la tubería deba ponerse en contacto con materiales aislantes o porosos, se exigirá que estos materiales no contengan productos capaces de provocar la corrosión de la tubería, bajo la acción combinada de la humedad inherente a toda estructura de mampostería u hormigón, y de las corrientes eléctricas vagabundas. En particular se prohíbe con el fin indicado, el empleo de todo producto o material que contenga electrolitos, como cloruros y sulfatos, por ejemplo.
- i) Durante la ejecución de los trabajos, se prohíbe el manipuleo y almacenamiento de materiales o productos agresivos para las tuberías o para el hormigón en las proximidades de los mismos, y el contacto directo con cualquiera de ambos.
- j) Durante la etapa constructiva de las estructuras se dispondrá que las instalaciones sanitarias provisionales estén suficientemente alejadas de las estructuras, a fin de impedir todo contacto entre el hormigón que envuelve a las tuberías y los líquidos y desagües sanitarios. Se prohibirá a todo el personal de obra el empleo de las estructuras o partes de ellas como instalaciones sanitarias, de cualquier naturaleza que ellas sean.

(Ver el anexo a este artículo).

ANEXOS AL CAPITULO 12

INDICE

12.1.3. ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTEN Y APUNTALAMIENTO. CARACTERISTICAS Y CONDICIONES GENERALES	A.12 - 1
12.1.4. ENCOFRADOS	A.12 - 1
12.1.4. PROTECCION Y RECUBRIMIENTO DE LOS ELEMENTOS METALICOS DE UNION DE LOS ENCOFRADOS	A.12 - 2
12.3.1. REMOCION DE ENCOFRADOS, CIMBRAS, APUNTALAMIENTOS Y OTROS ELEMENTOS DE SOSTEN	A.12 - 3
12.3.2. DISPOSICIONES REFERENTES AL MOMENTO DE REMOCION DE ENCOFRADOS Y ELEMENTOS DE SOSTEN	A.12 - 4
12.4. TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS	A.12 - 4
12.4. DISPOSICIONES REFERENTES A LOS DEFECTOS DE TERMINACION DE LAS SUPERFICIES ENCOFRADAS	A.12 - 5
12.4. TIPOS DE TERMINACIONES	A.12 - 6
12.5.2. REPARACION DE LAS SUPERFICIES	A.12 - 8
12.6.1. TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS	A.12 - 10
12.6.2. TUBERIAS DE ACERO DESTINADAS A LA CONDUCCION DE FLUIDOS	A.12 - 11

ANEXOS AL CAPITULO 12

12.1.3. ENCOFRADOS, ELEMENTOS DE SOSTÉN Y APUNTALAMIENTO, CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

Las máximas tensiones de sollicitación de los materiales, en ningún momento deberán superar a las tensiones admisibles. Lo expresado para los materiales, tiene también validez para el terreno de fundación que soportará las estructuras temporarias, y para las estructuras existentes que les sirvan de apoyo. En caso necesario se realizarán los ensayos que el Director de Obra estime convenientes a los efectos de obtener la información que se requiera.

El comportamiento de estas estructuras temporarias no perjudicará en forma alguna la resistencia, estabilidad y condiciones estéticas de la estructura de hormigón a ejecutar. Sus características tendrán en cuenta asimismo, la terminación superficial requerida para los elementos estructurales.

Los elementos de sostén transmitirán las cargas al terreno, o a la superficie de apoyo, en forma segura y uniforme. En caso que los puntales u otros elementos de sostén no puedan fundarse en forma segura, se emplearán pilotes, cuya separación entre ejes, hinca y remoción se dispondrán de modo tal que en todo momento se satisfagan las condiciones de seguridad necesarias.

12.1.4. ENCOFRADOS

Salvo el caso en que las Especificaciones Técnicas Complementarias dispongan lo contrario, en las estructuras de hormigón cuyas superficies quedarán expuestas a la vista, los encofrados de madera se construirán con tablas planas, de madera cepillada y de espesor uniforme. También podrán emplearse chapas de madera compensada u otros materiales aprobados por el Director de Obra, que permitan obtener superficies lisas, durables y libres de defectos. Se cuidará especialmente el aspecto de las juntas entre tablas. Salvo el caso en que el proyecto establezca otras condiciones, las mencionadas juntas serán

perfectamente horizontales o verticales.

La madera que ya ha sido empleada, se limpiará cuidadosamente y se le extraerán los clavos, antes de volverla a utilizar. Las tablas que no sean rectas y las que tengan combaduras no deberán emplearse sin antes corregir dichos defectos.

En lugares adecuados, fácilmente visibles desde el suelo, se colocarán testigos o dispositivos indicadores que permitan observar en todo momento los hundimientos que se produzcan, y medir su magnitud a medida que se realiza el moldeo de la estructura.

Si durante las operaciones de moldeo de las estructuras se observaran hundimientos que superen en más de 1,0 cm a los niveles previstos en los planos, y el Director de Obra estima que ello impedirá obtener una estructura que conforme los requisitos de este Reglamento, se suspenderá la colocación del hormigón para que el Constructor adopte las medidas correctivas necesarias que, a juicio del Director de Obra, resulten satisfactorias. En caso que las mencionadas medidas correctivas no hubiesen sido hechas efectivas antes que el hormigón alcance el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662), se suspenderán las tareas de hormigonado en el momento y lugar que indique el Director de Obra. Todo hormigón colocado que, en razón de la circunstancia indicada resulte inaceptable, será eliminado y reemplazado por otro que cumpla lo especificado en este Reglamento. Previamente se corregirán y reforzarán los encofrados y elementos de sostén, en la forma que resulte necesaria para evitar que se produzcan asentamientos excesivos y deficiencias de toda otra naturaleza.

12.1.4. PROTECCION Y RECUBRIMIENTO DE LOS ELEMENTOS METALICOS DE UNION DE LOS ENCOFRADOS

En todos los casos, y muy especialmente cuando las estructuras quedarán expuestas a acciones climáticas severas o a un medio ambiente agresivo, los buzones, pernos y otros elementos metálicos que se utilicen como uniones internas para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas, y que queden incluidos en el hormigón, se dispondrán en forma tal que una vez retirados los encofrados, todo material metálico (inclusive alambres) no quede a nivel de la superficie del elemento estructural y tenga los recubrimien-

tos mínimos de hormigón que se indican para las armaduras en los planos correspondientes al elemento de que se trate. En ningún caso dicho recubrimiento debería ser menor de 2 cm.

La remoción de las tuercas o extremos de los mencionados elementos de unión se realizará sin perjudicar la superficie del hormigón y de modo tal que las cavidades dejadas por aquellas sean del menor tamaño posible.

El relleno de las mencionadas cavidades se realizará con mortero u hormigón de razón agua/cemento igual o menor que el de la estructura, sin perjudicar el aspecto ni la durabilidad de la misma y asegurando una perfecta adherencia con el hormigón endurecido.

12.3.1. REMOCION DE ENCOFRADOS, CIMBRAS, APUNTALAMIENTOS Y OTROS ELEMENTOS DE SOSTEN

- b) Los elementos estructurales que en el momento de la remoción queden sometidos a la totalidad de las cargas de cálculo, serán tratados con precauciones especiales. En igual forma se considerarán los que después de ejecutados, hayan estado expuestos a la acción de bajas temperaturas.

En las estructuras de carácter excepcional, a juicio del Director de Obra, además de su consideración mediante precauciones especiales, se exigirá la medición de flechas y el control de su progreso, a medida que se aflojen los elementos de sostén.

- d) Durante la realización de los trabajos, el hormigón no será perjudicado en forma alguna, ni tampoco su adherencia a las armaduras.

Las juntas de contracción, las de expansión y las articulaciones, se liberarán de toda porción o elemento de las cimbras y encofrados que pueda entorpecer u oponerse a su normal funcionamiento.

En general los encofrados se retirarán de abajo hacia arriba. Así, los pilares y columnas se desencofrarán antes que las losas y vigas. Los descensos de apoyos de los puntales y otros elementos de sostén, serán graduales y uniformes. Antes de iniciar los trabajos neces-

rios para producir el descenso de los mencionados elementos, se procederá a verificar, descubriendo la superficie de los elementos estructurales, si el hormigón ha endurecido suficientemente.

Durante la realización de los trabajos no se producirán roturas de aristas ni de vértices de los elementos estructurales, ni tampoco agrietamientos, cualquiera sea su naturaleza.

12.3.2. DISPOSICIONES REFERENTES AL MOMENTO DE REMOCION DE ENCOFRADOS Y ELEMENTOS DE SOSTEN

El Constructor, en presencia del Director de Obra, moldeará el número necesario de probetas para el caso en que, si la resistencia determinada para una edad de ensayo fuese menor que la indicada en el artículo 12.3.2. del Reglamento, pueden realizarse otros ensayos a edades posteriores, hasta que se alcance la resistencia necesaria para la remoción.

Cuando por las características especiales de la estructura, o por el uso a que la misma está destinada, sea necesario reducir o evitar su agrietamiento, o reducir las deformaciones derivadas de la fluencia lenta del hormigón, los tiempos de iniciación de las tareas de remoción de los encofrados y de sus elementos de sostén serán convenientemente prolongados. Lo dicho se aplicará especialmente a aquellos elementos estructurales que tienen espesores muy variables y a los que estarán expuestos a grandes variaciones de temperatura.

12.4. TERMINACION SUPERFICIAL DE LAS ESTRUCTURAS

Cuando se requiera una terminación especial distinta de la indicada en el artículo 12.4., ello se establecerá en los planos o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias. La necesidad de una terminación o tratamiento especial de las superficies no implica establecer modificación alguna que pueda afectar en forma desfavorable la calidad del hormigón, las dimensiones y secciones de los elementos estructurales o las condiciones de seguridad de la estructura, respecto de las que se indican en los planos y demás docu-

mentos del proyecto.

Cuando se requieran terminaciones superficiales especiales, distintas de las establecidas en este Reglamento, previamente a su ejecución se realizarán muestras o paneles de prueba, que se someterán a consideración del Director de Obra. En igual forma se procederá en el caso de las terminaciones T - 3 y T - 4 establecidas más adelante cuando así lo disponga el Director de Obra.

Todo trabajo de tratamiento especial u ornamentación de las superficies, o su recubrimiento con otros materiales, se establecerá en los planos y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Complementarias.

En el caso de las superficies expuestas a la vista, los trabajos de ejecución de los encofrados y terminación de las superficies serán realizados por personal especializado, debiendo prestarse una cuidadosa atención a la terminación de aristas y superficies. Las estructuras que queden expuestas a la vista se construirán con hormigón de la misma composición y el mismo contenido unitario de cemento. El cemento será del mismo tipo, marca y fábrica. El agregado grueso tendrá el mismo tamaño máximo y provendrá de la misma fuente de aprovisionamiento. El agregado fino provendrá también de una única fuente de provisión. El hormigón tendrá asentamiento uniforme en todos los pastones con las tolerancias establecidas en este Reglamento y, en caso de quedar expuesto a la intemperie, su razón agua/cemento no excederá de 0,46 en peso. Si así lo exigen las condiciones climáticas o ambientales, contendrá aire intencionalmente incorporado en su masa (Ver el artículo 6.6.3.8.).

Las superficies no encofradas tendrán terminaciones similares a las de las superficies encofradas.

12.4. DISPOSICIONES REFERENTES A LOS DEFECTOS DE TERMINACION DE LAS SUPERFICIES ENCOFRADAS

Los defectos e irregularidades superficiales, bruscos o graduales, se controlarán con una regla recta y rígida, de 1,50 m de longitud, apoyada sobre la superficie a controlar. Los defectos correspondientes a las superficies curvas serán considerados en cada caso por el Director de Obra, y controlados mediante procedimientos que impliquen exigencias del mismo orden que las enunciadas para las superficies planas.

En las estructuras expuestas a la vista, los defectos e irregularidades a reparar no excederán de 1 m^2 por cada 500 m^2 de superficie, además de las cavidades dejadas por los elementos de fijación de los encofrados.

12.4. TIPOS DE TERMINACIONES

- 1) Terminación T - 1: Corresponde a las superficies donde la rugosidad e irregularidades superficiales que presentan no constituye un inconveniente, debido a que no quedarán expuestas a la vista. Tal es el caso de las estructuras que serán cubiertas con suelos u otros materiales de relleno. Para los encofrados no se especifican materiales especiales, con tal de que las tablas sean rectas y planas, y los encofrados sean suficientemente estancos como para impedir toda pérdida de mortero durante la ejecución de las estructuras. Las depresiones máximas de las superficies no excederán de 25 mm. Las depresiones mayores deberán ser corregidas. No se aceptarán deficiencias que impliquen una reducción de dimensiones fuera de las tolerancias establecidas. Los encofrados pueden construirse con el mínimo de refinamientos, con tal de que permitan obtener elementos estructurales de la forma y dimensiones indicadas en los planos.
- 2) Terminación T - 2: Corresponde a las superficies que, a juicio del Director de Obra, estén poco expuestas a la vista, o bien a las superficies que serán revocadas.
 - Máxima irregularidad superficial abrupta o localizada admisible: 6,0 mm
 - Máxima irregularidad superficial gradual admisible: 12,0 mm

Para posibilitar la obtención de esta terminación, los encofrados deben ejecutarse con cuidado, sin combaduras, faltas de alineación ni de nivel que llamen la atención, ni que resulten fácilmente visibles.
- 3) Terminación T - 3: Corresponde a las superficies permanentemente expuestas a la vista y aquellas para las que el aspecto tiene especial importancia. Para poder obtener esta terminación, los encofrados deben construirse cuidadosamente y de modo que permitan el moldeo de

elementos estructurales de las formas y dimensiones precisas indicadas en los planos, con las tolerancias dimensionales establecidas en este Reglamento, y tengan el tipo de terminación especificada.

Si se trata de encofrados de madera, se los ejecutará con tablas planas, libres de defectos y cepilladas. Las superficies internas de los encofrados serán planas y rectas, o tendrán las formas precisas indicadas en los planos. Las juntas serán estancas, rectas y especialmente cuidadas. El número de juntas se reducirá al mínimo. Los bordes serán bien definidos y los encuentros de juntas serán perpendiculares, salvo el caso en que se trate de superficies curvas que exijan encuentros distintos. En el caso en que deba asegurarse una especial terminación, se emplearán tablas machihembradas.

Cualquiera que sea el material con que se construyan los encofrados no producirán irregularidades abruptas mayores de 3,0 mm, ni graduales mayores de 6,0 mm.

En todos los casos, al observar las estructuras desde una distancia de 6 m, si es posible hacerlo, el hormigón presentará superficies con mínimas diferencias de color y de textura, y mínimas irregularidades y defectos superficiales, a juicio del Director de Obra.

Antes de iniciar las tareas de hormigonado, el Constructor someterá a la aprobación del Director de Obra, los materiales con que ejecutará los encofrados, los métodos de moldeo, desencofrado, etc., y ejecutará las muestras de prueba necesarias con el fin de que aquél pueda constatar la terminación superficial de las estructuras y, en caso de conformidad, dar su aprobación.

Durante la colocación del hormigón en los encofrados, éstos serán observados continuamente, con el objeto de constatar si se producen pérdidas de mortero, desviaciones en altura, alineación, plomo, o de las contraflechas. Si durante la construcción se observan asentamientos o distorsiones del encofrado, se paralizarán las operaciones de hormigonado y se procederá a eliminar los elementos estructurales deficientes. Además se procederá a reforzar los encofrados y elementos de sostén.

- 4) Terminación T - 4: Es el tipo de terminación que corresponde a los elementos estructurales premoldeados y a las superficies de apoyo de máquinas. Rigen las mismas disposiciones y tolerancias estable-

cidas para la terminación T-3. Si los encofrados son de madera, se emplearán tablas machihembradas o de madera compensada. Los pequeños defectos superficiales que ocasionalmente se produzcan, serán cuidadosamente reparados y eliminados, de modo que al observar la superficie desde una distancia de 6 m, no se detecten signos de la reparación efectuada. El Constructor realizará las reparaciones necesarias y someterá a la aprobación del Director de Obra las superficies correspondientes al trabajo realizado. La apreciación de uniformidad de color se hará después de 30 días de ejecutado o reparado el elemento. Antes de iniciar la producción normal de elementos premoldeados, deberán ejecutarse algunos de prueba y someter a la aprobación del Director de Obra la terminación superficial de los mismos.

12.5.2. REPARACION DE LAS SUPERFICIES

- 1) Las rebabas, protuberancias y defectos similares existentes en superficies expuestas a la vista, serán totalmente eliminados por desgaste o mediante métodos y herramientas que no perjudiquen a las estructuras. Las depresiones serán adecuadamente eliminadas, previo tratamiento de la superficie, por relleno con mortero de proporciones y características adecuadas.
- 2) El hormigón superficialmente defectuoso será totalmente eliminado hasta la profundidad que resulte necesaria para poner al descubierto el hormigón compacto y de buena calidad. La remoción se realizará mediante herramientas adecuadas, y los bordes de los cortes serán rectos, horizontales o verticales, y perpendiculares a la superficie a reparar. Los ángulos de encuentro de cortes verticales y horizontales serán redondeados. Sea el hormigón defectuoso o no en el espesor que se indica, para realizar la reparación se requerirá eliminarlo hasta una profundidad mínima de 2,5 cm, contados a partir de la superficie de la estructura.

Después de eliminado el hormigón defectuoso, la superficie a reparar, y una superficie de por lo menos 15 cm de ancho que la rodee, se limpiarán con chorros de agua, y se humedecerán convenientemente.

- 3) Para facilitar la adherencia con el hormigón de la estructura, antes

- de aplicar el mortero de reparación, sobre la superficie a reparar se colocará una capa de mortero de un espesor del orden de 5,0 mm o menor, constituido por una parte, en masa de cemento p \acute{o} rtland normal y una parte, en masa, de arena silíceas que pase por el tamiz IRAM 600 μ m. El mortero se mezclará agregando la cantidad de agua necesaria para obtener una consistencia de crema espesa y, previa eliminación de la película brillante de agua superficial que pueda existir en la cavidad, se lo introducirá en las irregularidades mediante un cepillo duro u otro elemento adecuado.
- 4) El mortero de reparación estará constituido por los mismos materiales, mezclados en las mismas proporciones, que el mortero del hormigón con que se moldeó la estructura. En ningún caso el mortero contendrá más de una parte de cemento por cada dos y media partes de arena (volúmenes de materiales secos y sueltos). Para las superficies expuestas a la vista, parte del cemento p \acute{o} rtland normal podrá ser reemplazado por cemento blanco, a los efectos de lograr que el mortero de reparación, después de curado y una vez seco, concuerde en color con el del hormigón seco que rodea a la superficie reparada. Paneles de prueba especialmente preparados al efecto, permitirán establecer la proporción de cemento blanco a emplear conjuntamente con el cemento normal.
 - 5) El mortero con que se realizará la reparación, no contendrá mayor cantidad de agua que la necesaria para su adecuada colocación y compactación. Se lo preparará entre una y dos horas antes de su colocación, mezclándolo continuamente sin agregar nuevas cantidades de agua, hasta que se alcance la mayor consistencia compatible con su correcta colocación. Su temperatura, en el momento de la colocación será la menor posible.
 - 6) El mortero de reparación se colocará sobre el mortero de arena que pase el Tamiz IRAM 600 μ m inmediatamente después que la superficie de éste empiece a perder el aspecto brillante, por evaporación del agua superficial. Después de colocado, se lo compactará perfectamente y se lo nivelará con la superficie de la estructura, de modo que quede levemente sobreelevado respecto de ella. La terminación final de la superficie y su nivelación con la de la estructura, se realizará en forma manual, después de alcanzado el tiempo de fraguado inicial del mortero, a los efectos de dar tiempo suficiente para

que se produzcan las contracciones iniciales. Con la terminación manual deberá obtenerse color concordante y la misma textura superficial que posee el hormigón que circunda a la zona reparada.

La superficie reparada será curada manteniéndola permanentemente humedecida durante por lo menos 7 días.

En superficies expuestas a la vista, para realizar las operaciones de terminación no se emplearán herramientas metálicas.

12.6.1. TUBERIAS PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS

- 1) Todas las tuberías, excepto las que se describen en el inciso 2) serán exhaustivamente sometidas a ensayos de conjunto (instalación completa), en la forma y bajo las presiones internas que indiquen los correspondientes Reglamentos Oficiales, a los efectos de localizar posibles pérdidas. Dichos ensayos se realizarán inmediatamente antes de proceder al hormigonado de la estructura. La presión de ensayo en ningún momento será menor de una y media veces la máxima (por encima de la presión atmosférica) a que pueda verse sometida la tubería en las condiciones de servicio. Tampoco será menor de $1,0 \text{ MN/m}^2$ (10 kgf/cm^2) sobre la presión atmosférica. Dichas presiones serán mantenidas durante por lo menos 4 horas, no debiendo observarse pérdidas de presión, excepto las que deriven de una reducción de la temperatura ambiente.
- 2) Las tuberías de desagües y otras proyectadas para resistir presiones menores de $0,01 \text{ MN/m}^2$ ($0,1 \text{ kgf/cm}^2$) por encima de la atmosférica, no se requerirá que sean ensayadas de acuerdo con lo establecido en el inciso 1) de este anexo.
- 3) Si el fluido a conducir fuese explosivo o perjudicial para la salud, después que el hormigón ha endurecido, se ensayará nuevamente la instalación completa, en la forma indicada en el inciso 1) con el fin de localizar posibles pérdidas.
- 4) En la tubería no se introducirá fluido alguno, excepto agua a temperatura menor de 30°C y presión menor de $0,3 \text{ MN/m}^2$ (3 kgf/cm^2), si el hormigón no ha alcanzado la resistencia característica especificada.

- 5) En el caso de losas macizas doblemente armadas, excepto si las tuberías corresponden a losas radiantes o instalaciones para licuar la nieve o el hielo, las tuberías se colocarán entre ambas armaduras.
- 6) En el caso de superficies de hormigón que se pondrán en contacto con suelos, o quedarán expuestas a la intemperie, las tuberías y sus accesorios deberán quedar protegidos por un recubrimiento mínimo de hormigón de 4,0 cm. Si la superficie no estará en contacto con suelos, ni expuesta a la intemperie, el recubrimiento mínimo será de 2,0 cm.
- 7) Perpendicular a la dirección de las tuberías se colocará una armadura convenientemente distribuida, de sección mínima igual al 0,5 % de la sección de hormigón.
- 8) Las uniones de las tuberías y accesorios destinados a conducir fluidos a presión, serán realizados por soldaduras u otros métodos y procedimientos satisfactorios que impidan las pérdidas y aseguren el mantenimiento de dicha condición durante el período de vida útil de la estructura. Se prohíben las uniones roscadas. Los trabajos de soldadura sólo serán realizados por personal especializado calificado, a juicio del Director de Obra.
- 9) El cálculo, instalación y ensayo de las tuberías deberá ser realizado bajo la responsabilidad de un profesional experimentado, a juicio del Director de Obra, que tenga los conocimientos necesarios correspondientes a la especialidad.
- 10) Las tuberías se construirán e instalarán en forma tal que su colocación no requiera cortar, doblar ni desplazar las barras de las armaduras respecto de los lugares indicados en los planos.

12.6.2. TUBERIAS DE ACERO DESTINADAS A LA CONDUCCION DE FLUIDOS

- f) El espesor total del elemento estructural que contiene a la tubería, será hormigonado de una sola vez.
- g) Cuando exista posibilidad de que, aún accidentalmente, algunos de los materiales que deban ponerse en contacto con el hormigón que envuelve a las tuberías, contengan un electrolito o sustancias que puedan

facilitar o provocar la corrosión de las mismas, entre dichos materiales y el hormigón deberá interponerse una membrana o capa impermeable efectiva, constituida por un material que, ni en el momento de su colocación ni posteriormente, pueda contribuir a provocar la corrosión, no se ablande con las temperaturas normales de trabajo de las tuberías en las condiciones de servicio, ni envejezca prematuramente impidiendo cumplir su misión de impermeabilizante.

CAPITULO 13. COLOCACION Y RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA

13.1. COLOCACION DE LA ARMADURA

Antes de su empleo las armaduras se limpiarán cuidadosamente de manera que al introducir el hormigón en los encofrados se encuentren libres de polvo, barro, escamas de herrumbre sueltas, grasas, aceites, pinturas, y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con aquél.

Todas las armaduras se colocarán, previa verificación de su forma y dimensiones, en la posición precisa indicada en los planos.

Las barras que constituyen la armadura principal se vincularán firmemente y en la forma más conveniente con los estribos, zunchos, barras de repartición y demás armaduras.

Para sostener o separar las armaduras en los lugares correspondientes, se emplearán soportes o espaciadores metálicos, de mortero o de material plástico y ataduras metálicas. Como separadores, espaciadores, etc. no podrán emplearse trozos de ladrillo, partículas de agregados, trozos de madera ni caños.

Todos los cruces de barras deberán atarse o asegurarse en forma adecuada, excepto en aquellos casos en que la distancia entre ellos sea inferior a 30 cm. En este caso las intersecciones se atarán alternadamente.

Cuando un elemento constructivo, con la armadura en la parte inferior, se ejecute sobre el suelo, como es el caso de las losas de fundación, éste deberá cubrirse antes con una capa de hormigón de por lo menos 50 mm (capa de limpieza) que podrá ser reemplazada por otra no compresible y de espesor equivalente.

Se cuidará especialmente que todas las armaduras y sus ataduras de alambre que den protegidas mediante los recubrimientos mínimos de hormigón.

No se permitirá el contacto con las barras de las armaduras de otros elementos metálicos que no sean de acero, a los efectos de evitar posibles fenómenos de corrosión.

(Ver el anexo a este artículo).

13.2. RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA

13.2.1. Disposiciones generales y medidas del recubrimiento

Las armaduras de acero, incluyendo los estribos, zunchos, barras de repartición, etc., contenidas en los elementos estructurales, serán protegidas mediante un recubrimiento de hormigón de espesor adecuado, moldeado conjuntamente con el correspondiente elemento.

En todos los casos, el recubrimiento mínimo de las barras que constituyen las armaduras principales será por lo menos igual al diámetro de la barra más 5 mm, siempre que este valor sea mayor que los mínimos que se indican en la Tabla 15 (ver la figura 1).

En el caso de elementos premoldeados de hormigón con hormigonado posterior in situ con un hormigón de clase H - II, de un espesor mínimo de 15 mm, adecuadamente compactado, el recubrimiento de la armadura en el elemento premoldeado y en el hormigón en obra puede reducirse a la mitad de los valores consignados en las columnas 4 a 6 de la Tabla 15, pero como máximo a 10 mm y en losas premoldeadas con una capa estáticamente colaborante ejecutada en obra, a 5 mm. En este caso no son de aplicación los recubrimientos mínimos en función del diámetro de las barras.

Las capas de piedras naturales o artificiales, madera u hormigón poroso no forman parte del recubrimiento.

(Ver el anexo a este artículo).

13.2.2. Aumento del recubrimiento

Los recubrimientos mínimos indicados en el artículo anterior 13.2.1. serán incrementados en los siguientes casos:

- a) En 5 mm cuando el tamaño máximo del agregado grueso es mayor de 30 mm.
- b) En 5 mm como mínimo, cuando exista peligro de que el hormigón aún no suficientemente endurecido pueda ser afectado por acciones mecánicas. Por ejemplo en el caso de empleo de encofrados deslizantes.
- c) Como protección contra incendio de la estructura. Por cada 30 minutos de aumento de la resistencia al fuego:

- en tabiques, vigas y columnas	10 mm
- en losas	5 mm
- d) En elementos constructivos cuyas superficies serán arenadas o martelinadas o muy amoladas por desgaste. En estos casos el recubrimien-

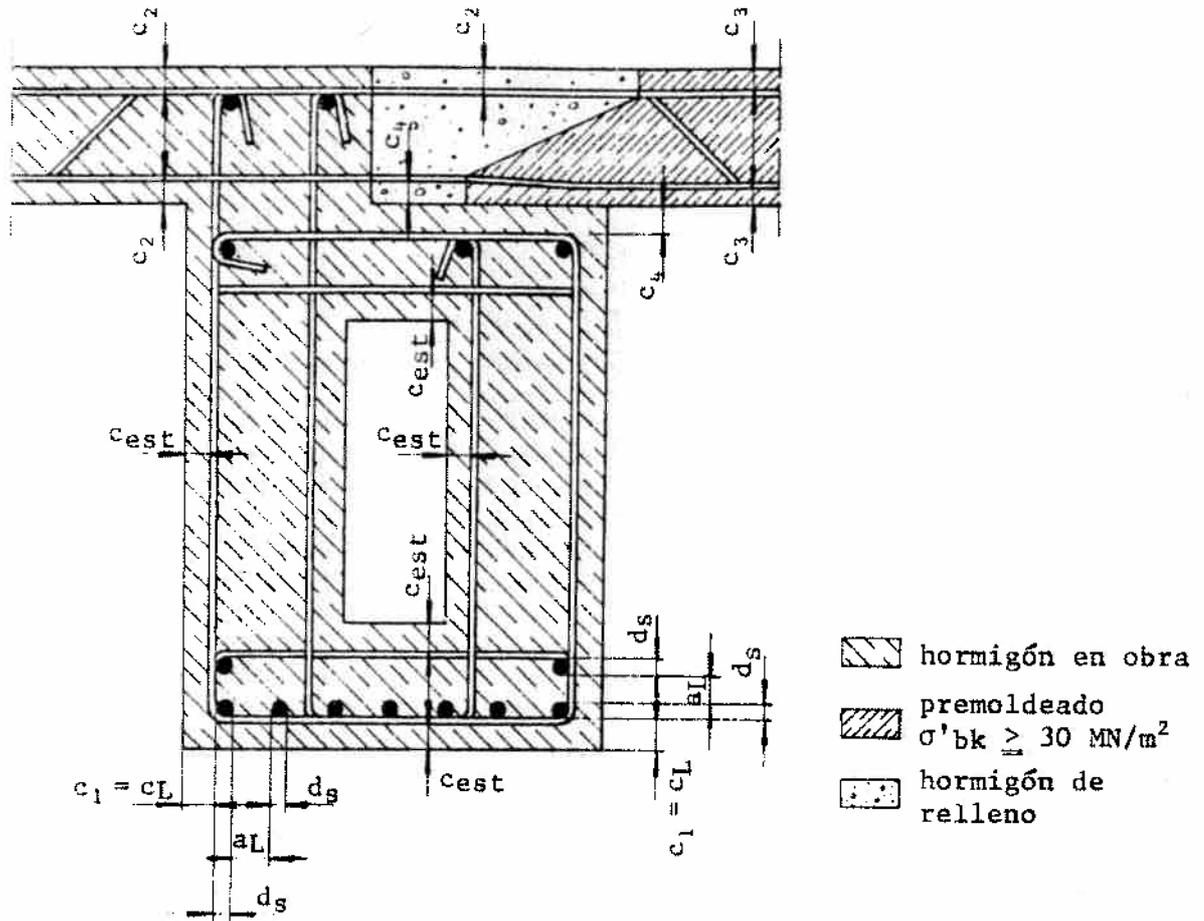


Figura 1. Recubrimiento de la armadura y separación entre barras

Recubrimiento de hormigón		Medidas mínimas según	
c_L	de las barras longitudinales	$\geq d_s + 5 \text{ mm}$	Tabla 15
c_{est}	de los estribos		Tabla 15, col 2 y 4
c_1	en general		Tabla 15, col 3 y 5
c_2	en elementos portantes tipo losa		Tabla 15, col 6
c_3	en elementos premoldeados		
c_4	en premoldeados con hormigonado posterior in-situ; en el premoldeado y en el hormigón de obra		artículo 13.2.1., párrafo 3
a_L	separación libre entre barras longitudinales		$\geq d_s$ pero como mínimo 20 mm

Tabla 15. Recubrimiento mínimo en mm referido a las condiciones ambientales

1		2	3	4	5	6
Condiciones ambientales		Hormigón en obra y premoldeados				Elementos premoldeados fabricados en plantas industriales
		H - I		H - II		H - II
		general mm	elementos portantes tipo losa *) mm	General mm	elementos portantes tipo losa *) mm	$\sigma'_{bk} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ mm
1	<p>Elementos constructivos en ambientes cerrados p. ej. viviendas (inclusive cocinas, baño y lavadero), oficinas, escuelas, hospitales, negocios – mientras no se especifique otra cosa en lo que sigue.</p> <p>Elementos constructivos permanentemente bajo agua o que están siempre secos.</p> <p>Techos con un forro impermeable, del lado impermeabilizado.</p>	20	15	15	10	10
2	Elementos constructivos a la intemperie y elementos que tienen permanente contacto con el aire	25	20	20	15	15
3	<p>Elementos constructivos en ambientes cerrados con frecuente contacto con aire muy húmedo a temperatura ambiente, p. ej. en cocinas industriales, baños, lavaderos, en ambientes húmedos de natatorios y en establos.</p> <p>Elementos constructivos expuestos a humedecimiento frecuente, p. ej. humedecimiento por deshielo o en la zona de fluctuación del nivel del agua.</p> <p>Elementos constructivos expuestos a un ataque químico "débil" de acuerdo con el artículo 6.6.5.4. a).</p>	30	25	25	20	20
4	Elementos constructivos expuestos a influencias notablemente corrosivas, p. ej. por la acción permanente de gases o sales agresivos o a un ataque químico "fuerte" de acuerdo con el artículo 6.6.5.4. a).	40	35	35	30	30

*) Se entienden como elementos portantes tipo losa a las losas, losas nervuradas, losas construidas con bloques de ladrillos huecos, tabiques, cáscaras, estructuras plegadas y muros.

to deberá ser incrementado en base a la profundidad del trabajo a efectuar y a la perturbación que pueda producir en la estructura interna.

e) En los valores que establezcan especificaciones especiales.

(Ver el anexo a este artículo).

13.3. OTRAS MEDIDAS DE PROTECCION

En los casos indicados en la columna 4 de la Tabla 15 pueden tomarse en consideración otras medidas protectoras externas, como por ejemplo un revoque impermeable de cemento, pero en este caso el espesor total del recubrimiento considerado no será inferior al mínimo correspondiente de la columna 2.

Se tendrá especialmente en cuenta la necesidad de otras protecciones exteriores en el caso en que el hormigón pueda estar en contacto con medios agresivos "muy fuertes" (ver el artículo 6.6.5.4.a). Las medidas de protección dependerán del tipo de agresión. Los elementos constructivos de hormigón armado que puedan estar en contacto con materiales solubles capaces de producir corrosión, deben siempre aislarse con capas protectoras de naturaleza adecuada.

En todos los casos en que se prevean posibles fenómenos de corrosión de las armaduras y agresión al hormigón será recomendable recurrir a un especialista, a juicio del Director de Obra, para que proponga la solución más adecuada.

ANEXOS AL CAPITULO 13

INDICE

13.1.	COLOCACION DE LA ARMADURA	A.13 - 1
13.2.1.	RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA	A.13 - 2
13.2.2.	AUMENTO DEL RECUBRIMIENTO CONTRA INCENDIO	A.13 - 2

ANEXOS AL CAPITULO 13

13.1. COLOCACION DE LA ARMADURA

Las armaduras que en el momento de colocar el hormigón en los encofrados, es tuviesen cubiertas por mortero, pasta de cemento u hormigón endurecido, se limpiarán perfectamente hasta eliminar todo resto de estos materiales.

Durante la colocación, compactación y terminación del hormigón y durante su fraguado y endurecimiento, las armaduras deberán mantenerse con sus formas y en las posiciones precisas sin sufrir desplazamientos perjudiciales. Cuando se empleen vibradores internos para la compactación del hormigón las armaduras se dispondrán de manera tal que los vibradores puedan introducirse en to das las partes que así lo requieran.

Los soportes y espaciadores tendrán formas, espesores y resistencias adecuadas y se colocarán en número suficiente para asegurar el mantenimiento de las formas y posiciones de las armaduras en los lugares establecidos. Los lechos de barras aisladas y los paquetes o grupos de barras en contacto directo, se separarán con elementos de espesores iguales a la separación libre especificada.

La armadura superior de losas y vigas será adecuadamente asegurada contra las pisadas para evitar su desplazamiento hacia abajo.

Las zapatas, losas y otros elementos de fundación de hormigón armado no apoyarán directamente sobre el suelo. Este, después de compactado y alisado será cubierto con una capa de hormigón simple (capa de limpieza), del espesor mínimo especificado, y de las mismas características y propiedades que el hor migón que constituye el elemento de fundación que apoyará sobre ella. El hor migón de la capa deberá haber endurecido suficientemente antes de construir el elemento de fundación. El espesor de esta capa de limpieza no será tenido en cuenta en el dimensionamiento de la estructura.

En las zonas de cruzamiento de barras o en las de gran acumulación de armaduras, se cuidará particularmente la colocación y compactación del hormigón, hasta lograr un llenado completo de los encofrados y espacios comprendidos entre las barras.

13.2.1. RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA

Se entenderá por recubrimiento a la distancia libre comprendida entre el punto más saliente de cualquier armadura, principal o no, y la superficie externa de hormigón más próxima, excluyendo revoques y todo otro material de terminación.

El hormigón de recubrimiento debe ser compacto y de espesor suficiente para proteger al acero contra la corrosión en forma duradera.

13.2.2. c) AUMENTO DEL RECUBRIMIENTO CONTRA INCENDIO

Como el acero alcanza la fluencia a la tensión de servicio al calentarse a determinada temperatura (temperatura crítica) deben prevenirse incrementos en los recubrimientos para asegurar su protección.

Los recubrimientos mínimos dados en la Tabla 15, renglón 1, columnas 4, 5 y 6 proveen una resistencia al fuego de 30 minutos para los elementos en general y 90 minutos para losas.

Con los incrementos especificados se puede establecer el tiempo de resistencia al fuego de los elementos con recubrimientos según la Tabla 15, renglones 2, 3 y 4.

Los incrementos especificados permitirán en consecuencia, y de acuerdo con el proyecto y la seguridad necesaria en cada caso, lograr:

	Duración de la resistencia
Construcciones resistentes al fuego	90 minutos
Construcciones muy resistentes al fuego	180 minutos

En vigas y columnas se recomienda además incrementar las dimensiones del lado mínimo de la sección en 50 mm por cada 30 minutos de duración de la resistencia al fuego sobre los valores indicados en los artículos 21.2.2.2, y 25.2.1.

En todos los casos, si el recubrimiento total de las armaduras supera los 40 mm deberá armarse a su vez con una malla soldada de acero, compuesta por barras de 3 mm de diámetro con separación de 150 x 150 mm para evitar desprendimientos.

Esta malla se ubicará, aproximadamente, a 15 mm de las superficies expuestas.

CAPITULO 14. ELEMENTOS Y ESTRUCTURAS EXPUESTOS A CONDICIONES ESPECIALES DE CARGA Y DE SERVICIO, O EJECUTADOS CON HORMIGONES DE CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES ESPECIALES

14.1. DISPOSICIONES GENERALES

Para la ejecución de estructuras que deban cumplir condiciones especiales de impermeabilidad, resistencia a la acción del hielo, resistencia a ataques químicos, exposición a acciones mecánicas o a una acción prolongada frente a temperaturas elevadas, se emplearán hormigones de las características y propiedades especiales especificadas en el artículo 6.6.5.

14.2. ESTRUCTURAS EJECUTADAS CON HORMIGONES DE ELEVADA IMPERMEABILIDAD

- a) Se construirán con hormigones homogéneos, que tengan la consistencia y trabajabilidad adecuada, y cuyas características cumplan las condiciones establecidas en los artículos 6.6.5.1 y 6.6.5.2.
- b) Se los compactará por vibración de alta frecuencia hasta que alcancen su máxima densidad.
- c) El curado será húmedo y continuo y se lo mantendrá durante el mayor tiempo posible, no menor de 7 días, o hasta que la resistencia media del hormigón de obra, determinada mediante probetas curadas en las mismas condiciones que la estructura, alcance por lo menos el 75% de la resistencia característica especificada.
- d) Se evitará la formación de juntas no previstas de trabajo y, cuando ellas estén previstas o resulte imposible evitarlas, se realizará el tratamiento de superficie de acuerdo con lo establecido en el artículo 10.2.5.1., a los efectos de que resulten estancas.
- e) Las juntas de contracción y también las de dilatación previstas en los planos deberán ser estancas.
- f) Se evitarán las imperfecciones superficiales y el agrietamiento de las estructuras.

14.3. ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LA ACCION DE BAJAS TEMPERATURAS O A CICLOS DE CONGELACION Y DESHIELO

Se construirán con hormigones de elevada impermeabilidad, que cumplan además las exigencias establecidas en el artículo 6.6.5.3. (Ver el anexo a este ar-

título 14.3.).

14.4. ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS A AGRESIONES QUIMICAS, O FISICAS Y QUIMICAS

- a) Las estructuras de hormigón de cemento pórtland deberán ser adecuadamente protegidas contra los agentes agresivos naturales o artificiales con que se pongan en contacto en las condiciones de servicio.
- b) De acuerdo con lo establecido en el artículo 3.2.5..c), con suficiente anticipación a la fecha de iniciación de las tareas de ejecución de las estructuras, deberá haberse completado la información que comprende la extracción de muestras de líquidos, gases, suelos y otros materiales de contacto con las mismas, y la realización de los estudios y análisis que resulten necesarios para determinar:
 - El grado de agresividad potencial de las sustancias y del medio ambiente que se pondrá en contacto con las estructuras.
 - Las medidas de protección que deberán adoptarse con el fin de evitar los efectos perjudiciales de la agresión y consiguiente destrucción de aquéllas.
- c) El hormigón a emplear para la construcción de las estructuras, tendrá las características y cumplirá las condiciones especificadas en el artículo 6.6.5.4. Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 6.6.5.4.i), en los casos de agresión no contemplados en este Reglamento, el hormigón tendrá las características necesarias para resistir los efectos que, a juicio de un profesional especializado correspondan.

(Ver el anexo a este artículo).

14.5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS A ACCIONES MECANICAS Y ABRASION SUPERFICIAL

Los elementos estructurales que durante su vida útil estarán expuestos a acciones mecánicas severas, como tránsito pesado, desplazamientos con deslizamiento de materiales a granel, escurrimiento de agua a alta velocidad que lleve sólidos o hielo en suspensión, etc., tendrán sus superficies expuestas constituidas por un hormigón de características especialmente adecuadas para resistir el efecto abrasivo, que deberá cumplir las condiciones indicadas en el artículo 6.6.5.5. (Ver el anexo a este artículo).

14.6. ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS A GRANDES VARIACIONES DE LONGITUD

14.6.1. Variaciones de longitud provocadas por efectos de temperatura o de contracción del hormigón por secado

En el caso de estructuras o elementos estructurales de relativamente grandes longitudes, o en los que puedan producirse limitaciones de sus movimientos si ocurren cambios de temperatura o contracciones por secado del hormigón, o por otras causas, será necesario adoptar medidas constructivas adecuadas para reducir el agrietamiento de los elementos, como por ejemplo: emplear hormigones que sufran reducidos cambios volumétricos, ejecutar juntas de dilatación o de contracción, colocar armaduras suplementarias adecuadas, y ejecutar apoyos que no restrinjan la libertad de movimiento de los elementos (Ver el anexo a este artículo).

14.6.2. Variaciones de longitud provocadas por incendios

- a) En el caso de estructuras de dimensiones longitudinales y transversales considerables, expuestas a peligro de incendio, los cálculos estructurales deben realizarse teniendo en cuenta las mayores variaciones de longitud que se producen como consecuencia de las elevadas temperaturas que pueden alcanzarse. Por las razones expuestas, la distancia d entre juntas de dilatación, en lo posible no será mayor de 30 m. El ancho efectivo de las juntas será por lo menos de $\frac{d}{1200}$.
- b) En aquellos edificios en que el incendio pueda producir temperaturas muy elevadas, o si el incendio puede tener una larga duración, el ancho efectivo de las juntas establecido en el inciso a) deberá ser duplicado.

14.6.3. Disposiciones referentes a las juntas de dilatación

Las juntas de dilatación deben separar totalmente a la estructura, incluyendo el techo y los revestimientos. Las juntas deben cubrirse convenientemente, de modo tal que el incendio no pueda propagarse a través de ellas, ni directamente ni como consecuencia de un calentamiento excesivo pero, al mismo tiempo, no deben dificultar la dilatación de los elementos constructivos. Además, el funcionamiento de las juntas no debe verse perjudicado por la instalación de otros elementos o instalaciones tales como: revestimientos de paredes, tuberías, instalaciones mecánicas, etc. (Ver el anexo a este artículo).

14.7. ELEMENTOS Y ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN CONDICIONES ESPECIALES DE SEGURIDAD CONTRA EL AGRIETAMIENTO

- a) En el caso de aquellas estructuras de hormigón que, debido al uso a que se destinan, deben encontrarse libres de grietas, como son los depósitos para líquidos por ejemplo, las tensiones de tracción del hormigón deben reducirse adecuadamente mediante el empleo de mezclas de reducidos cambios volumétricos, curado cuidadoso y prolongado, y una elección de los recursos estructurales más convenientes (ver el artículo 17.6.3.), de modo tal que siempre se encuentren por debajo de la resistencia de rotura a tracción del hormigón.
- b) En tal caso será necesario tener en cuenta las tensiones inducidas, como por ejemplo las debidas a la contracción por secado del hormigón y a las variaciones uniformes y no uniformes de temperatura. Las hipótesis adoptadas para calcular las tensiones inducidas por la contracción del hormigón y las variaciones de temperatura, deben corresponder a los procedimientos constructivos reales de ejecución de la estructura. Estos procedimientos y las hipótesis que se formulen deben estar interrelacionados. El pretensado reduce el agrietamiento de las estructuras.

ANEXOS AL CAPITULO 14

INDICE

14.3.	ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LA ACCION DE TEMPERATURAS QUE PROVOQUEN LA CONGELACION DEL AGUA	A.14 - 1
14.4.	ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LA ACCION DE AGRESIONES QUIMICAS O QUIMICAS Y FISICAS	A.14 - 1
14.4.	PLAN DE EXTRACCION DE MUESTRAS Y DISPOSICIONES DEL CARACTER CONSTRUCTIVO	A.14 - 3
14.5.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS A ACCIONES MECANICAS Y ABRASION SUPERFICIAL	A.14 - 5
14.6.1.	VARIACIONES DE LONGITUD PROVOCADAS POR EFECTOS DE TEMPERATURA O DE CONTRACCION DEL HORMIGON POR SECADO	A.14 - 6
14.6.3.	JUNTAS DE DILATACION	A.14 - 7

ANEXOS AL CAPITULO 14

14.3. ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LA ACCION DE TEMPERATURAS QUE PROVOQUEN LA CONGELACION DEL AGUA

Los efectos desfavorables provocados por la acción del hielo sobre las estructuras de hormigón dependen principalmente del grado de saturación del hormigón favorecido por su mayor o menor contacto con el agua.

Las estructuras deberán proyectarse y construirse de modo tal que:

- se evite en todo lo posible el contacto y absorción de agua por el hormigón;
- se facilite el drenaje y eliminación del agua de la zona de emplazamiento de las estructuras;
- se evite la formación de concavidades y zonas de acumulación de agua sobre las superficies de los elementos estructurales;
- se traten las superficies de las juntas de trabajo en la forma establecida en el artículo 10.2.5.1. y se evite la ejecución de juntas innecesarias;
- se reduzca en todo lo posible, mediante un curado adecuado y suficientemente prolongado, y adoptando todas las precauciones que resulten necesarias, el agrietamiento superficial de las estructuras.
- Además, durante las operaciones de terminación superficial, se evitará todo trabajo excesivo e innecesario que produzca una acumulación de agua y lechada de cemento sobre la superficie de las estructuras.

14.4. ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LA ACCION DE AGRESIONES QUÍMICAS, O QUÍMICAS Y FÍSICAS

- a) Los agentes perjudiciales, líquidos, sólidos o gaseosos, pueden actuar desfavorablemente tanto sobre el hormigón como sobre las armaduras de acero. En el caso de los materiales sólidos o gaseosos, la presencia simultánea de agua es determinante, para decidir respecto de su agresividad. En todos los casos, si existe agresividad y no

se adoptan precauciones adecuadas, se producirá una reducción del período de vida útil de las estructuras.

b) La extracción y ensayo de las muestras de líquidos, gases, suelos y otros materiales de contacto se realizarán en todos los casos, pero muy especialmente cuando las estructuras o sus partes deban ponerse en contacto, permanente o intermitente, con:

- Gases o humos ácidos o que posean olor amoniacal. Atmósfera marina.
- Líquidos o aguas, naturales o residuales, de carácter ácido. Aceites vegetales o animales. Líquidos que contengan azúcares. Materias orgánicas en estado de putrefacción (olor nauseabundo) o que al ser evaporadas dejen residuos salinos (sulfatos, cloruros, etc.). Agua de mar.
- Suelos que contengan humus o sales solubles. Sólidos secos o húmedos cuyas dispersiones tengan reacciones ácidas.

El plan de extracción de muestras deberá haberse elaborado con el asesoramiento de un profesional especializado sobre el tema, a juicio del Proyectista de la estructura. Los análisis químicos y ensayos de las muestras se realizarán también con el asesoramiento y la dirección de un profesional o laboratorio especializados a juicio del Director de Obra. Una vez realizados los análisis y ensayos indicados en b), el especialista redactará un informe técnico detallado, donde consten los lugares y profundidades de extracción de las muestras, los resultados obtenidos en los análisis y ensayos, su interpretación, las precauciones y medidas que se proponen adoptar para proteger las estructuras, y el laboratorio donde se realizaron los citados análisis y ensayos. Previa aprobación del informe por el Director de Obra, se otorgará la autorización necesaria para adoptar las medidas de protección previstas.

14.4. PLAN DE EXTRACCION DE MUESTRAS Y DISPOSICIONES DE CARACTER CONSTRUCTIVO

- 1) Plan de extracción de muestras de las aguas naturales o residuales, líquidos de cualquier naturaleza y productos o suelos que puedan ponerse en contacto con la estructura, en el lugar de su emplazamiento

Se formulará teniendo especialmente en cuenta la importancia de la estructura, y también que las muestras a extraer deben ser realmente representativas de los materiales que se pondrán en contacto con aquélla. También se tendrá en cuenta que, principalmente en el caso de las aguas y soluciones, o suelos de contacto, en distintos lugares, profundidades, y en distintas circunstancias, pueden existir condiciones de agresividad muy diferentes, aún entre cortas distancias.

- 2) Disposiciones generales de caracter constructivo que deberán cumplirse en los casos de estructuras expuestas a una agresión química o física y química

2. 1) Las estructuras se proyectarán y construirán de modo que, en el caso de líquidos agresivos por ejemplo, en lo posible el contacto con los mismos sea evitado, desviándolos y eliminándolos de las proximidades de aquéllas. El drenaje será efectivo y deberá permitir el rápido alejamiento del medio agresivo, de la zona de emplazamiento de las estructuras.

2. 2) Se asignará la mayor importancia a las condiciones de ejecución de las estructuras. La mano de obra será cuidadosa y competente y existirá supervisión permanente sobre las tareas que se realicen.

2. 3) Durante las operaciones de colocación, se evitará la segregación del hormigón, debiendo obtenerse estructuras compactas y libres de grietas y de defectos superficiales. Se emplearán hormigones bien dosificados y se los compactará por vibración de alta frecuencia.

2. 4) Los elementos estructurales se ejecutarán en forma continua hasta completarlos. Se evitará la formación de juntas no previstas de trabajo. Las juntas imprescindibles deberán ser estancas y es

tarán situadas, en lo posible, fuera del ámbito de variación del nivel del agua de las napas o, en el caso del agua de mar, de la zona delimitada por los niveles extremos de bajante y creciente.

- 2.5) El curado de las estructuras se realizará preferentemente, por vía húmeda, en forma continua. Los períodos mínimos de curado establecidos en el artículo 10.4.2. se aumentarán por lo menos en un 50%. En el caso de los elementos estructurales premoldeados y, siempre que sea posible también en los moldeados in-situ, se prolongará la exposición al aire, después del curado, y antes del contacto con el medio agresivo.
- 2.6) Se evitará el contacto del hormigón fresco con el medio agresivo durante por lo menos 72 horas contadas a partir del momento de su colocación y, posteriormente, durante el mayor tiempo posible, de acuerdo con el grado de agresividad y, preferentemente, para una agresión "fuerte" o "muy fuerte", durante no menos de 30 días.
- 2.7) En caso de presencia de sulfatos, cuando sea necesario interrumpir la ejecución de la estructura, ello se producirá después que el nivel superior del hormigón colocado sobrepase por lo menos 40 cm el nivel del suelo o del agua que contenga las mencionadas sales.
- 2.8) Se evitarán las imperfecciones superficiales de las estructuras, y también su agrietamiento. Al efecto se ejecutarán juntas de dilatación y de contracción estancas, a intervalos adecuados, para evitar la formación de grietas entre juntas contiguas, y se extremarán las condiciones de curado.
- 2.9) Los recubrimientos de hormigón necesarios para proteger las armaduras, serán en todos los casos mayores que los que se especifican en los casos de exposición a un medio no agresivo. Se cumplirá lo especificado en el artículo 13.2.
- 2.10) Las aristas de los elementos estructurales no serán vivas sino redondeadas.
- 2.11) Las superficies de las estructuras, tal como resultan del desencofrado, no serán modificadas en forma alguna, con excepción de las reparaciones que deban realizarse para eliminar las imper-

fecciones superficiales.

2. 12) En caso de contacto permanente del hormigón con un medio ácido o con soluciones de sales que provoquen una agresión que, de acuerdo con lo que establece el artículo 6.6.5.4. se califique como "muy fuerte", se evitará el contacto del hormigón con el medio agresivo mediante un revestimiento, membrana o película protectora capaz de resistir el efecto de la agresión. Las características de los mencionados revestimientos se rán establecidas con el asesoramiento de un profesional o laboratorio especializados, a juicio del Director de Obra.

Cuando la estructura de hormigón esté expuesta a una agresión química o física y química y al mismo tiempo a una acción abrasiva, pavimento por ejemplo, las películas protectoras, en mayor o menor grado, sufrirán acción de desgaste y paulatina eliminación. Ello implica la necesidad de prever operaciones de mante nimiento y reposición periódica de las películas en las zonas afectadas, con el fin de evitar que las sustancias agresivas se pongan en contacto directo con el hormigón de la estructura.

2. 13) Antes de aplicar cualquier revestimiento protector sobre el hor migón, éste debe estar perfectamente endurecido. El estado de la superficie que recibirá la película protectora, en lo que se refiere a su condición de humedad, será el que corresponda a la sustancia o material que constituirá el revestimiento. La demo ra en aplicarlo dará lugar a una mayor carbonatación superficial del hormigón y en consecuencia a que éste ofrezca una mayor capacidad de resistencia contra la agresión.

14.5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS A ACCIONES MECANICAS Y ABRASION SUPERFICIAL

- 1) En caso necesario, las dimensiones del elemento considerado serán in crementadas adecuadamente, por encima de los valores resultantes de la aplicación de las disposiciones referentes al cálculo estructural.
- 2) El hormigón será perfectamente compactado por vibración, debiendo que u

dar las partículas del agregado grueso bien incluidas en su masa.

- 3) Se evitará que por un trabajo excesivo de terminación, realizado so
bre la superficie que sufrirá el efecto abrasivo, se forme una acu
mulación de agua y lechada de cemento. La exudación será la menor
posible.
- 4) Se asignará la mayor importancia a la técnica y método de ejecución
empleados para construir los elementos expuestos a acciones abrasi-
vas.
- 5) Inmediatamente después de finalizadas las tareas de terminación su-
perficial y tan pronto como sea posible sin que se vea afectada la
superficie que sufrirá la acción de desgaste, el hormigón será som
tido a un curado húmedo continuo, durante por lo menos 7 días.
- 6) Previamente a la iniciación de las tareas de ejecución, y con antici
pación suficiente, el Constructor someterá a la aprobación del Direc-
tor de Obra los materiales, equipos y métodos de ejecución. En ca-
so necesario, a juicio del Director de Obra, el Constructor constru
irá una losa experimental de por lo menos 2,50 m por 2,50 m, y del es
pesor establecido, para constatar la forma y eficiencia con que se e
jecutarán los trabajos.

14.6.1. VARIACIONES DE LONGITUD PROVOCADAS POR EFECTOS DE TEMPE- RATURA O DE CONTRACCION DEL HORMIGON POR SECADO

En los techos de hormigón armado y otros elementos constructivos expuestos a variaciones de temperatura como las mencionadas, es aconsejable reducir la influencia de los cambios de temperatura, mediante la colocación de una capa de aislación térmica sobre la superficie superior de la losa o emplear un hormigón de reducido coeficiente de dilatación térmica, o hacer uso de ambos recursos mencionados.

El efecto producido por los continuos cambios de longitud sobre los elemen-
tos de sustentación puede reducirse mediante la adopción de medidas construc
tivas adecuadas como: espaciar las juntas de dilatación o de contracción a
las menores distancias posibles, emplear apoyos deslizantes o columnas pro-
vistas de articulaciones adecuadas en sus extremos, que sean capaces de evi-

tar las restricciones de movimientos de los elementos que apoyan sobre ellas. Si un techo de hormigón armado apoya sobre muros de mampostería o de hormigón simple, entre el apoyo y el techo deberán colocarse capas de resbalamiento y, con el objeto de resistir los esfuerzos residuales de frotamiento, además, en las partes superiores de los muros y en todo su perímetro, se ejecutará una viga de encadenamiento de hormigón armado, para evitar el agrietamiento de aquéllos.

14.6.3. JUNTAS DE DILATACION

En caso de incendio, los elementos estructurales comprendidos entre juntas de dilatación deben poder dilatarse tan uniformemente como sea posible en ambos sentidos, desde el centro de la distancia entre juntas y hacia ambos lados, para evitar sobresolicitaciones excesivas de los elementos de sostén. En consecuencia, siempre que sea posible, las juntas de dilatación deberán disponerse de modo tal que, en especial en el caso de las construcciones particularmente rígidas como son las cajas de escaleras y ascensores, queden ubicadas entre dos juntas, o entre una junta y el extremo del edificio.