



ANEJO 4^o

Recomendaciones para la selección del tipo de cemento a emplear en hormigones estructurales

1. Introducción

La Instrucción para la recepción de cementos vigente regula, con carácter general, las condiciones que debe cumplir el cemento para su empleo. Este Anejo de recomendaciones se incluye únicamente con la finalidad de facilitar la selección del tipo de cemento a emplear en cada caso por parte del Autor del proyecto o de la Dirección Facultativa.

La selección del tipo de cemento deberá efectuarse considerando, al menos, los siguientes criterios:

- a) la aplicación del hormigón, de acuerdo con el apartado 2 de este Anejo,
- b) las circunstancias de hormigonado, de acuerdo con el apartado 4 de este Anejo,
- c) las condiciones de agresividad ambiental a las que va a estar sometido el elemento de hormigón, de acuerdo con el apartado 5 de este Anejo.

2. Selección del tipo de cemento en función de la aplicación del hormigón

Los cementos recomendados, en función de su aplicación, son los indicados en la Tabla A.4.2.



TABLA A.4.2 Tipos de cementos en función de la aplicación del hormigón

APLICACIÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Hormigón en masa	Todos los cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*)
Hormigón armado	Todos los cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C, CEM V/B
Hormigón pretensado incluidos los prefabricados estructurales	Cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P) (***)
Elementos estructurales prefabricados de hormigón armado	Resultan muy adecuados los cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM II/A y adecuado el cemento común tipo CEM IV/A cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigón en masa y armado en grandes volúmenes	Resultan muy adecuados los cementos comunes CEM III/B y CEM IV/B y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A, Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*) Es muy recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) y de muy bajo calor de hidratación (VLH), según los casos
Hormigón de alta resistencia	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/A-D y CEM II/A 42,5 R. El resto de cementos comunes tipo CEM II/A pueden resultar adecuados cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigones para reparaciones rápidas de urgencia	Los cementos comunes tipo CEM I, CEM II/A-D, y el cemento de aluminato de calcio (CAC),
Hormigones para desencofrado y descimbrado rápido	Los cementos comunes (**) tipo CEM I, y CEM II,
Hormigón proyectado	Los cementos comunes tipo CEM I, y CEM II/A
Hormigones con áridos potencialmente reactivos (****)	Resultan muy adecuados los cementos comunes tipo CEM III, CEM IV, CEM V, CEM II/A-D, CEM II/B-S y CEM II/B-V, y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B-P y CEM II/B-M

(*) En el caso de grandes volúmenes de hormigón en masa

(**) Dentro de los indicados son preferibles los de alta resistencia inicial

(***) La inclusión de los cementos CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P) como utilizables para la aplicación de hormigón pretensado, es coherente con la posibilidad, contemplada en el articulado de esta Instrucción, de utilización de adición al hormigón pretensado de cenizas volantes en una cantidad no mayor del 20 % del peso de cemento

(****) Para esta aplicación son recomendables los cementos con bajo contenido en alcalinos o aquellos citados en la tabla

3. Selección del tipo de cemento en función de aplicaciones estructurales específicas

3.1 Cementos recomendados para cimentaciones

En la tabla A4.3.1 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados cimentaciones



Tabla A4.3.1

APLICACIÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Cimentaciones de hormigón en masa	<p>Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM IV/B, siendo adecuados el resto de cementos comunes, excepto los CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T y CEM II/B-T</p> <p>En todos los casos es recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH).</p> <p>Es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR) o al agua de mar (MR) cuando corresponda</p>
Cimentaciones de hormigón armado	<p>Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y CEM II/A, siendo adecuados el resto de cementos comunes a excepción de los CEM III/B, CEM IV/B CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T y CEM II/B-T</p> <p>Es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR) o al agua de mar (MR) cuando corresponda</p>

3.2 Cementos recomendados para obras portuarias y marítimas

En la tabla A4.3.2 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras de hormigón en masa, armado o pretensado que formen parte de obras portuarias y marítimas,

TABLA A4.3.2

APLICACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Obras portuarias y marítimas	En masa	Cementos comunes, excepto los tipos CEM III/C, CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T,
	Armado	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B
	Pretensado	Cementos comunes(*) de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-P, CEM II/A-V y CEM II/A-M(V-P)

(*) Dentro de los indicados son preferibles los de alta resistencia inicial

La utilización de uno u otro tipo de cemento, con característica adicional MR cuando sea preceptiva, dependerá de las exigencias del hormigón y siempre que no haya circunstancias especiales que desaconsejen su uso.



3.3 Cementos recomendados para presas

En la tabla A4.3.3 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de presas.

TABLA A4.3.3

APLICACIÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Presas de hormigón vibrado	Cementos comunes de los tipos CEM II/A, CEM III/A, CEM III/B y CEM IV/A
Presas de hormigón compactado	Cementos comunes de los tipos CEM III, CEM IV y CEM V; Cementos para usos especiales ESP VI-1; Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación VLH III, VLH IV y VLH V; y Cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial L

También pueden emplearse los cementos tipo CEM I, cuando se añada una adición al hormigón en cantidad suficiente, compatible con las exigencias del proyecto.

Se recomienda que los cementos a utilizar sean de clase resistente baja (32,5), así como tener en cuenta, especialmente, el calor de hidratación, por lo cual, con carácter general, la utilización de cementos con característica adicional de bajo calor de hidratación y de muy bajo calor de hidratación resultan aconsejables.

3.4 Cementos recomendados para obras hidráulicas distintas de las presas

En la tabla A4.3.4 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras para el transporte de agua que no formen parte de los cuerpos de las presas

TABLA A4.3.4

APLICACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Tubos de hormigón, canales y otras aplicaciones hidráulicas	En masa	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C
	Armado	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C, y CEM V/B
	Pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P)



4. Selección del tipo de cemento en función de las circunstancias de hormigonado

Los cementos recomendados, en función de las condiciones de puesta en obra, son los indicados en la Tabla A.4.4.

TABLA A.4.4. Tipos de cementos en función de las circunstancias de hormigonado

CIRCUNSTANCIAS DE HORMIGONADO	CEMENTOS RECOMENDADOS
Hormigonado en tiempo frío (*) (**)	Los cementos comunes tipo CEM I ,CEM II/A y CEM IV/A
Hormigonado en ambientes secos y sometidos al viento y, en general, en condiciones que favorecen la desecación del hormigón (**)	Cementos comunes tipo CEM I y CEM II/A
Insolación fuerte u hormigonado en tiempo caluroso (**)	Los cementos comunes tipo CEM II, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A,

(*) En estas circunstancias, no conviene emplear la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH)

(**) En estas circunstancias, resulta determinante tomar, durante el proceso de ejecución o puesta en obra, las medidas adecuadas especificadas en la reglamentación correspondiente y, en su caso, en esta Instrucción.

5. Selección del tipo de cemento en función de la clase de exposición

Los cementos recomendados, en función de la clase de exposición que componen el ambiente en el que va estar ubicado el elemento estructural, son los indicados en la Tabla A4.5.



TABLA A4.5. Tipos de cementos en función de las clases de exposición

CLASE DE EXPOSICIÓN	TIPO DE PROCESO (agresividad debida a)	CEMENTOS RECOMENDADOS
I	Ninguno	Todos los recomendados según la aplicación prevista
II	Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A, CEM IV/A.
III (*)	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A
IV	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
Q (**)	Ataque al hormigón por sulfatos	Los mismos que para la exposición III
Q	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO ₂ agresivo	Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V
Q	Reactividad álcali-árido	Cementos de bajo contenido en alcalinos (***) (óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,60$

(*) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

(**) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), en el caso de la clase específica Q_b o Q_c, tal y como establece el articulado de esta Instrucción. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).

(***) También son recomendables los cementos citados en la tabla A4.2. para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos)