

TABLA 1.3
CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE EMPLEO DE LOS CEMENTOS PORTLAND

	<i>Cementos portland Tipo I</i>		
	<i>Clases 32,5 y 32,5R</i>	<i>Clases 42,5 y 42,5R</i>	<i>Clases 52,5 y 52,5R</i>
<i>Características</i>	– Bajo calor de hidratación. – Baja retracción.	– Resistencia mecánica alta. – Endurecimiento rápido.	– Resistencia mecánica muy alta, a todas edades. – Endurecimiento muy rápido.
<i>Limitaciones</i>	– Resistencia mecánica media. – Poca resistencia química.	– Poca resistencia química.	– Fuerte calor de hidratación. – Tendencia a fisuras de ahogado y retracción. – Poca resistencia química.
<i>Indicado para</i>	– Hormigón armado. – Hormigón en masa de pequeño o mediano volumen. – Pavimentos y firmes de carreteras. – Estabilización de suelos.	– Hormigón armado. – Hormigón pretensado. – Prefabricación, incluso con tratamiento higrotérmico.	– Obras de hormigón armado que requieren endurecimiento rápido y altas resistencias. – Hormigón pretensado. – Prefabricación. – Hormigonado en tiempo muy frío. – Desencofrado muy rápido.
<i>No indicado para</i>	– Obras en aguas, Terrenos o ambientes agresivos. – Macizos de gran volumen, sobre todo en dosificaciones altas.	– Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos. – Piezas de hormigón armado de gran espesor. – Elementos o piezas fisurables por retracción.	– Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos. – Obras de hormigón armado de mediano volumen o espesor. – Elementos o piezas fisurables por retracción.
<i>Precauciones</i>	– Cuidar el almacenamiento. No debe prolongarse más de tres meses.	– Cuidar el almacenamiento. No debe prolongarse más de dos meses. – Cuidar el amasado y, sobre todo, el curado. – Precauciones para evitar fisuración por retracción durante las primeras horas.	– Cuidar el almacenamiento. No debe prolongarse más de un mes. – Cuidar dosificación, amasado y, sobre todo, el curado. – Precauciones para evitar fisuración por retracción durante las primeras horas.

TABLA 1.4
CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE EMPLEO DE LOS CEMENTOS PORTLAND CON ADICIONES

	Tipo II-		Tipos II-	
	Clases 32,5 y 32,5R	Clases 42,5 y 42,5R	Clases 32,5 y 32,5R	Clases 42,5 y 42,5R
Características	– Bajo calor de hidratación. – Baja retracción.	– Resistencia mecánica alta. – Baja retracción. – Moderado calor de hidratación.	– Bajo calor de hidratación. – Baja retracción. – Endurecimiento algo más lento que el portland I.	– Resistencia mecánica alta. – Baja retracción. – Moderado calor de hidratación. – Hormigones más impermeables.
Limitaciones	– Resistencia mecánica media. – Sensibles a las bajas temperaturas.	– Sensibles a las bajas temperaturas durante la ejecución.	– Resistencia mecánica media. – Endurecimiento sensible a los climas secos y fríos, o secos y cálidos.	– Endurecimiento sensible a los climas secos y fríos, o secos y cálidos.
Indicado para	– Hormigón armado. – Hormigón en masa, incluso de gran volumen. – Pavimentos y cimentaciones. – Estabilización de suelos. – Obras de hormigón en masa en ambientes débilmente agresivos por salinidad o por sulfatos.	– Hormigón armado. – Hormigón en masa, incluso de gran volumen. – Pavimentos y cimentaciones. – Estabilización de suelos. – Obras de hormigón en masa en ambientes débilmente agresivos por salinidad o por sulfatos. – Prefabricación con tratamiento higrotérmico.	– Hormigón armado. – Hormigón en masa. – Pavimentos y cimentaciones. – Prefabricados con tratamiento higrotérmico.	– Hormigón armado. – Hormigón en masa que tolere un moderado calor de hidratación. – Hormigón armado o en masa en ambientes ligeramente agresivos por aguas puras, carbónicas o con débil acidez mineral. – Obras de gran impermeabilidad. – Prefabricación y pretensado.
No indicado para	– Hormigonado en tiempo de heladas. – Hormigón pretensado. – Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos, salvo los indicados.	– Hormigonado en tiempo de heladas. – Hormigón pretensado con armaduras adherentes. – Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos, salvo los indicados.	– Hormigonado en tiempo de heladas. – Hormigón pretensado. – Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos.	– Obras en aguas, terrenos o ambientes agresivos, salvo los indicados. – Macizos de gran volumen y piezas de gran espesor.
Precauciones	– Curado prolongado en ambiente húmedo, sobre todo en climas fríos o temperaturas bajas, evitando la desecación. – El almacenamiento no debe prolongarse más de tres meses.	– Curado prolongado en ambiente húmedo, sobre todo en climas fríos o temperaturas bajas, evitando la desecación. – El almacenamiento no debe prolongarse más de dos meses.	– Cuadro prolongado, en especial en climas secos y fríos. – Evitar desecación durante el primer período de endurecimiento en climas cálidos y secos. – El almacenamiento no debe prolongarse más de tres meses.	– Curado prolongado, en especial en climas secos y fríos. – Evitar desecación durante el primer período de endurecimiento en climas cálidos y secos. – El almacenamiento no debe prolongarse más de dos meses.
EL CEMENTO PORTLAND MIXTO (CEM II/A-M y B-M) tiene unas características y aplicaciones que pueden considerarse como suma de las correspondientes a los cementos tipos II-S, II-P y II-V. EL CEMENTO PORTLAND CON CALIZA (CEM II/A-L) tiene unas aplicaciones análogas a las de los cementos portland de su misma clase, pero los hormigones con él fabricados presentan unas propiedades adicionales mejorando la hidratación, trabajabilidad, retracción, fisuración, etc.				

TABLA 1.5
CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE EMPLEO
DE LOS CEMENTOS DE HORNO ALTO Y PUZOLÁNICOS

	<i>Cemento de horno alto Tipo III</i>		<i>Cemento puzolánico Tipo IV</i>
	<i>III/A-32,5 y III/A-42,5</i>	<i>III/B-32,5 y III/B-42,5</i>	<i>CLASES 32,5 y 42,5</i>
<i>Características</i>	– Moderado calor de hidratación. – Baja retracción. – Mayor resistencia química que el portland.	– Bajo calor de hidratación. – Baja retracción. – Resistentes al agua del mar y a los sulfatos.	– Hormigones más trabajables, más compactos, más impermeables y de mayor resistencia química que con el cemento portland. – Bajo calor de hidratación.
<i>Limitaciones</i>	– Menor trabajabilidad que el portland. – Muy sensibles a las bajas temperaturas. – Endurecimiento lento.	– Menor trabajabilidad que el portland. – Muy sensibles a las bajas temperaturas. – Endurecimiento lento.	– Evolución de resistencias más lenta que el portland.
<i>Indicado para</i>	– Obras de hormigón en masa, incluso de gran volumen. – Obras de hormigón en masa o armado en ambientes húmedos y ligeramente agresivos por salinidad o por sulfatos. – Cimentaciones, pavimentaciones y obras subterráneas. – Obras marítimas. – Ciertos prefabricados.	– Obras de hormigón en masa, incluso de gran volumen. – Obras de hormigón en masa o armado en ambientes húmedos o agresivos por salinidad o por sulfatos. – Cimentaciones, pavimentaciones y obras subterráneas. – Obras marítimas.	– Obras de hormigón en masa de grandes volúmenes (grandes cimentaciones, muros de contención, presas, etc.). – Obras marítimas, vertederos industriales o sanitarios. – Obras en medios agresivos por aguas puras, carbónicas o con débil acidez. – Hormigones muy impermeables. – Prefabricados con tratamiento higrótérmico.
<i>No indicado para</i>	– Hormigonado a bajas temperaturas. – Obras en ambientes muy secos. – Hormigones vistos. – Obras de gran superficie y poco espesor. – Obras en ambientes muy agresivos. – Obras que requieren altas resistencias iniciales.	– Hormigonado a bajas temperaturas. – Obras en ambientes muy secos. – Hormigones vistos. – Obras de gran superficie y poco espesor. – Obras que requieren altas resistencias iniciales. – Hormigón pretensado.	– Hormigonado en climas secos o fríos. – Obras en ambientes muy agresivos. – Obras que requieren altas resistencias iniciales.
<i>Precauciones</i>	– Prolongar el amasado evitando exceso de agua. – Prolongar el curado, sobre todo en climas fríos o a temperaturas bajas, evitando al máximo la desecación prematura. – Prolongar el tiempo de desencofrado. – Preferir dosis ricas de clase 32,5 a dosis pobres de clase 42,5.	– Prolongar el amasado evitando exceso de agua. – Prolongar el curado, sobre todo en climas fríos o a temperaturas bajas, evitando al máximo la desecación prematura. – Prolongar el tiempo de desencofrado. – Preferir dosis ricas de clase 32,5 a dosis pobres de clase 42,5.	– Curar prolongadamente, sobre todo en climas secos y fríos. – Evitar desecación durante el primer período de endurecimiento en climas cálidos y secos.

TABLA 1.6
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 ESPVI-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 ESPVI-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 42,5R. 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 artículo de la EHE-2008, 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.	

TABLA 1.7
CEMENTOS RECOMENDADOS PARA HORMIGONES DESTINADOS A CIMENTACIONES

<i>Aplicación</i>	<i>Cementos recomendados</i>
Cimentaciones de hormigón en masa	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. En todos los casos es recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH). 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.
cimentaciones de hormigón armado	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. 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.

TABLA 1.8
CEMENTOS RECOMENDADOS PARA ESTRUCTURAS DE OBRAS PORTUARIAS Y MARÍTIMAS

<i>Aplicación</i>	<i>Tipo de hormigón</i>	<i>Cementos recomendados</i>
Obras portuarias y marítimas	<i>En masa</i>	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
	<i>Armado</i>	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
	<i>Pretensado</i>	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.		

TABLA 1.9
TIPOS DE CEMENTOS EN FUNCIÓN DE LAS CIRCUNSTANCIAS DE HORMIGONADO

<i>Circunstancias de hormigonado</i>	<i>Cementos recomendados</i>
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 la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.	

TABLA 1.10
TIPOS DE CEMENTOS EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE EXPOSICIÓN

<i>Clase de exposición</i>	<i>Tipo de proceso (agresividad debida a)</i>	<i>Cementos recomendados</i>
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 $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,6$
(*) 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 que la clase específica Qb o Qc, tal y como establece el articulado de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008. 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 1.9 para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos).		