

1)_ CEMENTO PORTLAND

Conglomerante hidráulico obtenido como producto en una fábrica, que contiene al clínker pórtland como constituyente necesario. Es un material inorgánico finamente dividido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece en virtud de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

- Se obtiene por calcinación de CO_3Ca , SiO_2 , Al_2O_3 , O_3Fe_2
- Se calcina hasta sinterización a aproximadamente 1200°C (semifusión).
- El producto clínker resultante se muele con un 2% de $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (yeso)

Tiene la propiedad de que al combinarse con agua fragua y endurece.

CLASES DE CEMENTO PORTLAND

Abreviaturas utilizadas:

- SC₂: Silicato bicálcico $\text{SiO}_2 \cdot 2 \text{CaO}$
 - SC₃: Silicato tricálcico $\text{SiO}_2 \cdot 3 \text{CaO}$
 - AC₃: Aluminato tricálcico $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{CaO}$
 - FAC₄: Ferroaluminato tetracálcico $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{CaO}$
 - H: Agua H_2O
-
- $\overline{\text{C}}\text{SH}_2$: Sulfato de calcio bihidratado (yeso) $\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
 - CH: Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - C-S-H: Silicato de calcio hidratado $3 \text{CaO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

Su color oscuro hace que se evite en los cementos blancos. Resiste bien la acción de los sulfatos.

Calor de hidratación de los componentes de los cementos:

AC_3	870 J/ gr
SC_3	500 J/ gr
FAC_4	420 J/ gr
SC_2	260 J/ gr

Por todas las consideraciones anteriores tenemos:

- Altos % de SC_3 y bajos de SC_2 nos da: alta resistencia inicial y alto calor generado.
- Bajos % de SC_3 y altos de SC_2 nos da: lento desarrollo de resistencias y bajo calor generado

En general en los cementos: $\% SC_3 + \% SC_2 = 70$ al 80%

CLASES DE CEMENTO PORTLAND

Según la composición de los cementos y sus usos, podemos establecer la siguiente clasificación:

Cemento portland

- Normal
- Moderadamente resistente a los sulfatos o moderado calor de hidratación
- Alta resistencia inicial
- Bajo calor de hidratación
- Alta resistencia a los sulfatos

CLASES DE CEMENTO PORTLAND

Estos componentes varían según el tipo de cemento. Según sus usos o aplicaciones, el contenido mineralógico varía de acuerdo al siguiente cuadro:

	Tipo de cemento		SC ₃ %	SC ₂ %	AC ₃ %	FAC ₄ %	CSH ₂ %
I	CPN	Normal	55	18	10	8	6
II	MRS	Moderada Resistencia a los Sulfatos	55	19	6	11	5
III	ARI	Alta Resistencia Inical	55	17	10	8	6
IV	BCH	Bajo Calor de Hidratación	42	32	4	15	4
V	ARS	Alta Resistencia a los Sulfatos	55	22	4	12	4

CLASES DE CEMENTO PORTLAND

	Tipo de cemento		S m ² /kg	Q J/gr	f' _c MPa
I	CPN	Normal	365	350	15
II	MRS	Moderada Resistencia a los Sulfatos	375	265	14
III	ARI	Alta Resistencia Inical	550	370	24
IV	BCH	Bajo Calor de Hidratación	340	235	4
V	ARS	Alta Resistencia a los Sulfatos	380	4	12

- S Superficie específica (Blaine IRAM 1623).
- Q Calor de hidratación a 7 días.
- f'_c Resistencia a compresión a 1 día.

CLASES DE CEMENTO PORTLAND

Siderúrgicos

- Ferro-cementos
- Altos hornos
- Sobresulfatados

Puzolánicos

Aluminosos

Otros o especiales

- Blancos
- Con agentes incorporadores de aire
- Expansivos

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Tipos de cementos portland según normas ASTM C-150

I)_ **Común o normal:** Se utiliza donde no sean necesarios las propiedades especiales de otros cementos.

II)_ **De moderada acción a los sulfatos y moderado calor de hidratación:** en estos cementos se exige:

SiO_2	= 21% mínimo
Al_2O_3	= 6% máximo
Fe_2O_3	= 6% máximo
AC_3	= 8% máximo

Álcalis en Na_2O = 0,6% máximo

$\text{SC}_3 + \text{AC}_3$ máximo de 58%

Calor de hidratación:

máximo a 7 días 293 J/gr

máximo a 28 días 335 J/gr

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

III)_ De alta resistencia inicial:

Respecto del tipo I- tiene mayor contenido de SC_3 AC_3

IV)_ Bajo calor de hidratación:

Respecto del tipo I- tiene menor cantidad de AC_3 y menor SC_3 con incremento de SC_2

máximo AC_3	7%
máximo SC_3	35%
mínimo SC_2	40%

calor de hidratación

máximo a 7 días	270 J/gr
máximo a 28 días	310 J/gr

V)_ De alta resistencia a los sulfatos:

Respecto del tipo II- el contenido de AC_3 es menor.

máximo $AC_3 = 5\%$

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

2)_ CEMENTOS SIDERÚRGICOS

Son mezclas finamente molidas de clínker portland con escoria de altos hornos, con yeso para regular el tiempo de fraguado.

Podemos clasificarlos en

- **Ferro- portland:** tiene menos del 30% de escorias
- **Altos hornos:** cuando contiene más de un 30% de escorias.

Escoria: se obtiene como subproducto en el alto horno durante la producción de arrabio. La escoria granulada reacciona muy lentamente con el agua.

Ante la presencia de los hidratos cálcicos la reacción se realiza lentamente. Debido a que el endurecimiento inicial de estos cementos es más lento, se necesita molerlos más finamente: esto provoca en los primeros días una mayor contracción por secado.

Poseen bajo calor de hidratación, lo que los hace interesantes en obras de hormigón masivo.

La activación de la escoria de altos hornos se hace a través de la adición de yeso (10 al 15%) se le adiciona cemento portland en un 5%

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

3)_ CEMENTOS SOBRESULFATADOS

Este tipo de cemento posee bajo calor de hidratación (1/5 del cemento portland), resiste aguas sulfatadas y de mar. Es sensible a las bajas temperaturas, (no menos de 10°C).

4)_ CEMENTO PUZOLÁNICO

Aglomerante hidráulico formado por puzolana (25%) y clínker de cemento portland

Puzolanas: son sustancias silíceas reducidas a polvo fino, pueden ser:

naturales: son de origen volcánico

artificiales: provienen de la calcinación de arcillas.

Las características de estos tipos de cementos son:

- Desarrollo de resistencia más lento
- Se torna más económico
- Mejora la trabajabilidad de los hormigones
- Es un inhibidor de la reacción alcali-agregado o sea que su uso es conveniente donde se utilizan áridos reactivos.
- Puede producir una mayor contracción de secado

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

5)_ CEMENTO ALUMINOSO

Aglomerante formado por Mezcla de calizas y bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)

Calcinadas hasta su fusión (1500 a 1600°C) y luego molido.

Los componentes más importantes de este clínker son:

Al_2O_3	CaO	aluminato monocálcico
$2\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	aluminatos pobres en cal
SiO_2		silicato bicálcico
Combinaciones como: $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$		

Características

El fraguado es más lento que el del cemento portland, pero el endurecimiento muy rápido (en 24hs logra la resistencia final).

- ✓ Utiliza relaciones agua-cemento el doble de los cementos portland.
- ✓ Ofrece mejor protección a las armaduras.
- ✓ Es más resistente al ataque químico de carácter ácido como el agua marítima.
- ✓ No soporta el ataque químico de aguas básicas o alcalinas $\text{ph} > 7,5$

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Cemento aluminoso

Es un cemento de bajo calor de hidratación: 335 J/grs, pero este calor lo libera en corto tiempo por lo tanto la elevación de temperatura es considerable.

- Debe utilizarse a bajas temperaturas, las mezclas no deben superar los 15°C
- Hormigonar en pequeñas capas (30cm)
- Regar continuamente con agua fría
- No deben usarse en zonas calurosas.

Las propiedades principales de estos cementos son:

- Resistente a los sulfatos
- Rápido endurecimiento
- Se utiliza en morteros refractarios.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

6)_ OTROS CEMENTOS

Cemento blanco o de color

Utilizados en la industria de la prefabricación, ya sea blanco o mezclado con pigmentos (cementos coloreados)

El cemento blanco se elabora con:

calizas exenta de oxido férrico
arena de cuarzo y caolín

Cementos expansivos

- Es una mezcla de cemento portland con un componente rico en aluminato cálcico y yeso con escorias de altos hornos.
- Su uso esta dirigido a aquellos casos en que no se desea una contracción por secado que se produce en los cementos ordinarios.
- Es de aplicación creciente en la industria del pretensado.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Tabla 1 - Tipos de cemento y composición

Tipo de cemento	Nomenclatura	Composición (***) (g/100 g)				
		Clinker + sulfato de calcio	Puzolana (P)	Escoria (E)	"Filler" calcáreo (F)	Comp. minoritarios
Cemento pórtland normal	CPN	100-95	---	---	---	0-5
Cemento pórtland con "filler" calcáreo	CPF	94-75	---	---	6-25	0-5
Cemento pórtland con escoria	CPE	89-65	---	11-35	---	0-5
Cemento pórtland compuesto (**)	CPC	98-65	dos o más, con $P + E + F \leq 35$			0-5
Cemento pórtland puzolánico	CPP	85-50	15-50	---	---	0-5
Cemento de alto horno	CAH	65-25	---	35-75	---	0-5

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Tabla 5 - Requisitos mecánicos

Categoría	Resistencia a la compresión (MPa)				Método de ensayo
	2 d	7 d	28 d		
CP 30	-	mín. 16	mín. 30	máx. 50	IRAM 1622
CP 40	mín. 10	-	mín. 40	máx. 60	
CP 50	mín. 20	-	mín. 50	-	

Nota 3: En todo los casos, los valores de resistencia obtenidos a los 28 d deberán ser mayores que los obtenidos a los 2 d y a los 7 d.

Norma IRAM 50000