

HISTORIA DEL CEMENTO

Introducción

De todos los conglomerantes hidráulicos el cemento portland y sus derivados son los más empleados en la construcción debido a estar formados, básicamente, por mezclas de caliza, arcilla y yeso que son minerales muy abundantes en la naturaleza, ser su precio relativamente bajo en comparación con otros materiales y tener unas propiedades muy adecuadas para las metas que deben alcanzar.

Dentro de los conglomerantes hidráulicos entran también los cementos de horno alto, los puzolánicos y los mixtos, teniendo todos éstos un campo muy grande de empleo en hormigones para determinados medios, así como los cementos aluminosos "cementos de aluminato de calcio", que se aplican en casos especiales.

Los cementos se emplean para producir morteros y hormigones cuando se mezclan con agua y áridos, naturales o artificiales, obteniéndose con ellos elementos constructivos prefabricados o construidos "in situ".

Antecedentes

Hace 5.000 años aparecen al norte de Chile las primeras obras de piedra unidas por un conglomerante hidráulico procedente de la calcinación de algas, estas obras formaban las paredes de las chozas utilizadas por los indios.



Los egipcios emplearon morteros de yeso y de cal en sus construcciones monumentales.

En Troya y Micenas, dice la historia que, se emplearon piedras unidas por arcilla para construir muros, pero, realmente el hormigón confeccionado con un mínimo de técnica aparece en unas bóvedas construidas cien años antes de J.C.

Los romanos dieron un paso importante al descubrir un cemento que fabricaban mezclando cenizas volcánicas con cal viva. En Puteoli conocido hoy como Pozzuoli se encontraba un depósito de estas cenizas, de aquí que a este cemento se le llamase "cemento de puzolana".

Con hormigón construye Agripa en el año 27 antes de J.C. el Panteón en Roma, que sería destruido por un incendio y reconstruido posteriormente por Adriano en el año 120 de nuestra era y que, desde entonces, desafió el paso de tiempo sin sufrir daños hasta el año 609 se transformó en la iglesia de Santa María de los Mártires. Su cúpula de 44 metros de luz está construida en hormigón y no tiene mas huecos que un lucernario situado en la parte superior

Historia del cemento portland

Hasta el siglo XVIII puede decirse que los únicos conglomerantes empleados en la construcción fueron los yesos y las cales hidráulicas, sin embargo, es durante este siglo cuando se despierta un interés notable por el conocimiento de los cementos.



John Smeaton, ingeniero de Yorkshire (Inglaterra), al reconstruir en 1758 el faro de Eddystone en la costa de Cornish, se encuentra con que los morteros formados por la adición de una puzolana a una caliza con alta proporción de arcilla eran los que mejores resultados daban frente a la acción de las aguas marinas y que la presencia de arcilla en las cales, no sólo las perjudicaba sino que por el contrario, las mejoraba, haciendo que estas cales fraguasen bajo el agua y que una vez endurecidas fuesen insolubles en ella.

Puede decirse con acierto que el primer padre del cemento fue Vicat a él se debe el sistema de fabricación que se sigue empleando en la actualidad y que propuso en 1817. Vicat fue un gran investigador y divulgador de sus trabajos; en 1818 publicó su "Recherches experimentales" y en 1828 "Mortiers et ciments calcaires". En estos trabajos marca la pauta a seguir en la fabricación del cemento por medio de mezclas calizas y arcillas dosificadas en las proporciones convenientes y molidas conjuntamente. El sistema de fabricación que empleó Vicat fue el de vía húmeda y con él marcó el inicio del actual proceso de fabricación. Este gran científico en 1853 empieza a estudiar la acción destructiva del agua de mar sobre el mortero y hormigón.

En 1824, Joseph Aspdin, un constructor de Leeds en Inglaterra, daba el nombre de cemento portland y patentaba un material pulverulento que amasado con agua y con arena se endurecía formando un conglomerado de aspecto parecido a las calizas de la isla de Portland. Probablemente, el material patentado por Aspdin era una caliza hidráulica debido, entre otras cosas, a las bajas temperaturas empleadas en la cocción.

En 1838 Brunel emplea por primera vez un cemento procedente de la fábrica de Aspdin en el que se había logrado una parcial sinterización por elección de una temperatura adecuada de cocción. Este cemento se aplicó en la construcción de un túnel bajo el río Támesis en Londres.



Puede decirse que el prototipo del cemento moderno fue producido a escala industrial por Isaac Johnson quien en 1845 logra conseguir temperaturas suficientemente altas para clinkerizar a la mezcla de arcilla y caliza empleada como materia prima.

El intenso desarrollo de la construcción de ferrocarriles, puentes, puertos, diques, etc., en la segunda mitad del siglo XIX, da una importancia enorme al cemento y las fábricas de éste, especialmente las de cemento natural, empiezan a extenderse por doquier.

Es a partir de 1900 cuando los cementos portland se imponen en las obras de ingeniería y cuando empieza un descenso veloz del consumo de cementos naturales.

Actualmente, el cemento portland ha llegado a una gran perfección y es el material industrializado de construcción de mayor consumo. Se puede decir que el cemento es el alma del hormigón, yendo destinada, prácticamente, toda su producción a enlazar piedras sueltas para crear el material pétreo que conocemos como hormigón.

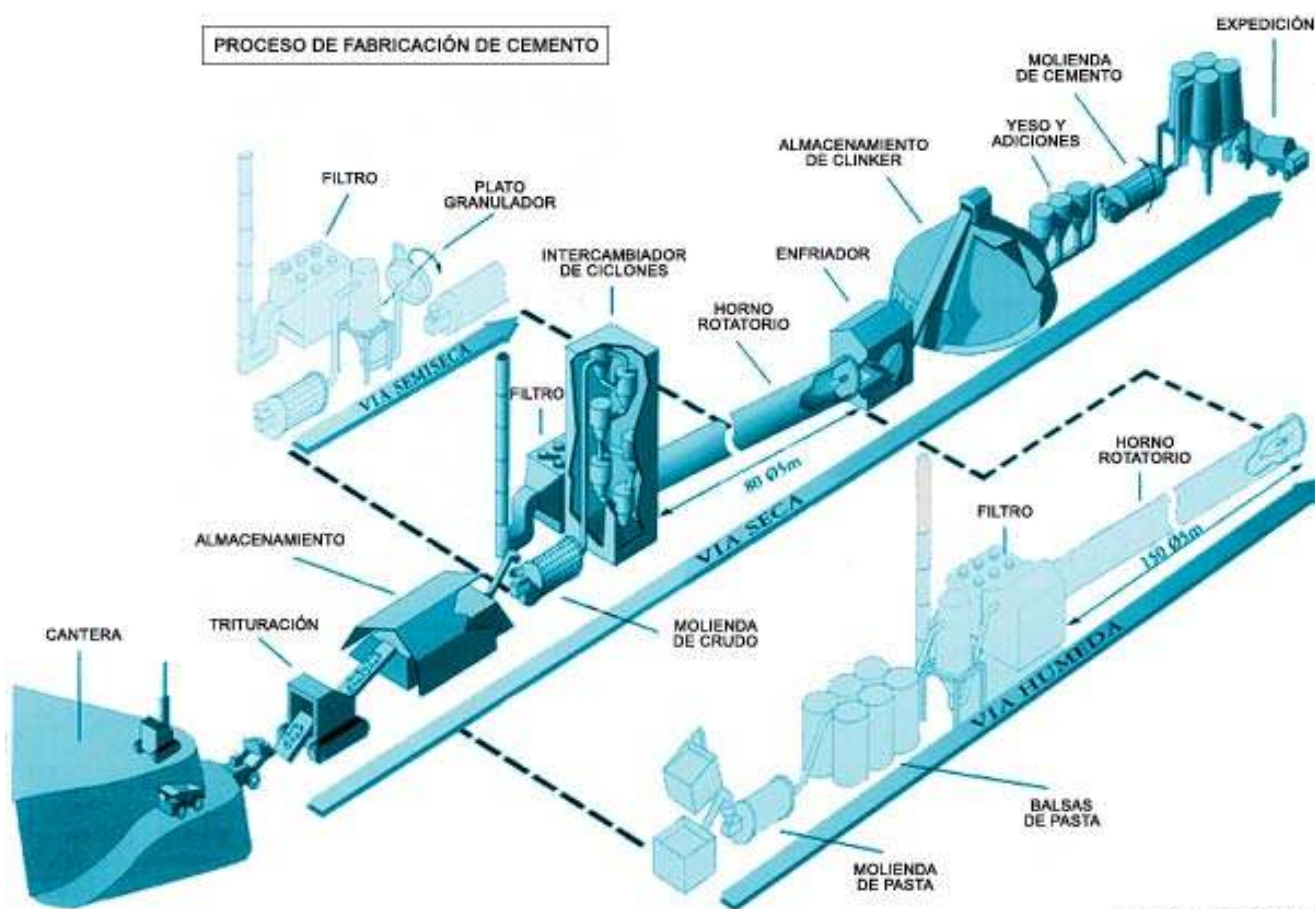
Las investigaciones llevadas a cabo por los padres del cemento Michaelis y Le Chatelier, en 1870 y 1880, fueron fundamentales y muy meritorias para el desarrollo de este material. En ellas se apoya toda la investigación actual que emplea técnicas de análisis muy sofisticadas y rápidas.

Si desea información sobre la industria del cemento en España consulte la web de [Oficemen](#)

PROCESO DE FABRICACION DEL CEMENTO

La fabricación del cemento es una actividad industrial de procesamiento de minerales que se divide en tres etapas básicas:

- [Obtención de materias primas](#)
- [Molienda y cocción de materias primas](#)
- [Molienda de cemento](#)



Fuente: CAILLON ROUGE/
ROGER RIVET

Obtención y preparación de materias primas

El proceso de fabricación del cemento comienza con la obtención de las materias primas necesarias para conseguir la composición deseada de óxidos metálicos para la producción de clínker.

El clínker se compone de los siguientes óxidos (datos en %)

Porcentaje %

Óxido de calcio "cal" (CaO) 60-69

Óxido de Silicio "sílice" 18-24

Óxido de Aluminio "alúmina" (Al₂O₃) 4-8

Óxido de Hierro (Fe₂O₃) 1-8



La obtención de la proporción adecuada de los distintos óxidos se realiza mediante la dosificación de los minerales de partida:

- Caliza y marga para el aporte de CaO.
- Arcilla y pizarras para el aporte del resto óxidos.

Las materias primas son transportadas a la fábrica de cemento donde se descargan para su almacenamiento.

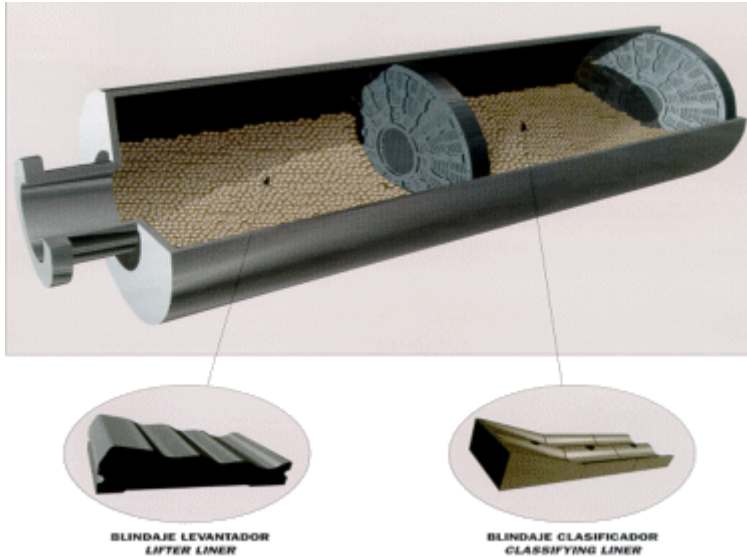
La prehomogenización realizada mediante diseños adecuados del apilamiento y la extracción de los materiales en los almacenamientos reduce la variabilidad de los mismos.

Los estudios de composición de los materiales en las distintas zonas de cantera y los análisis que se realizan en fábrica permiten dosificar la mezcla de materias primas para obtener la composición deseada

Molienda y cocción de materias primas

La finalidad de la molienda es reducir el tamaño de las partículas de materias para que las reacciones químicas de cocción en el horno puedan realizarse de forma adecuada.

La molienda de materias primas (molienda de crudo) se realiza en equipos mecánicos rotatorios, en los que la mezcla dosificada de materias primas es sometida a impactos de cuerpos metálicos o a fuerzas de compresión elevadas.



El material obtenido debe ser homogeneizado para garantizar la calidad del clínker y la correcta operación del horno.

En la actualidad, en torno al 78 % de la producción de cemento de Europa se realiza en hornos de vía semi-seca o semi-húmeda; y un 6 % de la producción europea se realiza mediante vía húmeda.

PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL CLÍNKER

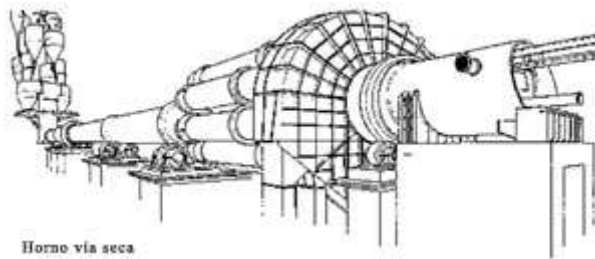
1. Vía Seca
2. Vía semi-seca,
3. Vía semi-húmeda
4. Vía húmeda

1. Proceso de vía seca

La materia prima es introducida en el horno en forma seca y pulverulenta.

El sistema del horno comprende una torre de ciclones para intercambio de calor en la que se precalienta el material en contacto con los gases provenientes del horno.

El proceso de descarbonatación de la caliza (calcinación) puede estar casi completado antes de la entrada del material en el horno si se instala una cámara de combustión a la que se añade parte del combustible (precalcinador).



2. Proceso de vía húmeda

Este proceso es utilizado normalmente para materias primas de alto contenido en humedad.

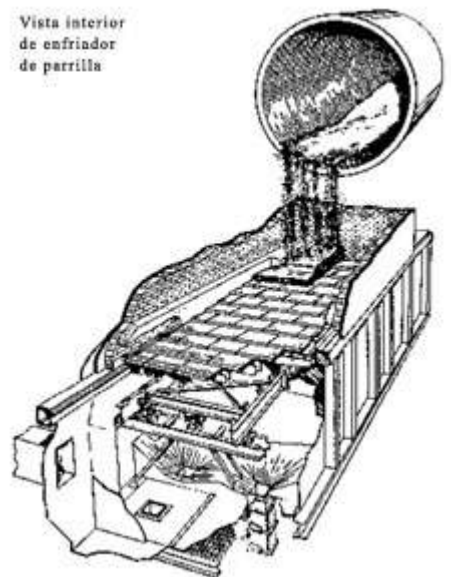
El material de alimentación se prepara mediante molienda conjunta del mismo con agua, resultando una pasta con contenido de agua de un 30-40 % que es alimentada en el extremo más elevado del horno de clínker.

3 y 4. Procesos de vía semi-seca y semi-húmeda

El material de alimentación se consigue añadiendo o eliminando agua respectivamente, al material obtenido en la molienda de crudo.

Se obtienen "pellets" o gránulos con un 15-20 % de humedad que son depositados en parrillas móviles a través de las cuales se hacen circular gases calientes provenientes del horno. Cuando el material alcanza la entrada del horno, el agua se ha evaporado y la cocción ha comenzado.

En todos los casos, el material procesado en el horno rotatorio alcanza una temperatura entorno a los 1450°. Es enfriado bruscamente al abandonar el horno en enfriadores planetarios o de parrillas obteniéndose de esta forma el clínker.



MOLIENDA DE CEMENTO

El proceso de fabricación de cemento termina con la molienda conjunta de clínker, yeso y otros materiales denominados "adiciones".

Los materiales utilizables, que están normalizados como adiciones, son entre otros:

- Escorias de horno alto
- Humo de sílice
- Puzolanas naturales
- Cenizas volantes
- Caliza

En función de la composición, la resistencia y otras características adicionales, el cemento es clasificado en distintos tipos y clases

La molienda de cemento se realiza en equipos mecánicos en las que la mezcla de materiales es sometida a impactos de cuerpos metálicos o a fuerzas de compresión elevadas.

Para ello se utilizan los siguientes equipos:

- Prensa de rodillos
- Molinos verticales de rodillos
- Molinos de bolas
- Molinos horizontales de rodillos

Una vez obtenido el cemento se almacena en silos para ser ensacado o cargado a granel



TIPOS DE CEMENTO PRODUCIDOS POR CEMENTOS LEMONA

Dirección Barrio Arraibi, 40 - 48330 Lemona (Vizcaya)

Teléfono 94.487.22.55

Fax 94.487.22.20

Director Javier Bilbao Amorrortu

Capacidad Producción Clíner (t / año) 640.000

Capacidad Producción Cemento (t / año) 1.250.000

Tipo Cemento N° Certificado AENOR

1- CEM II/A-LL 42,5 R 015/001588

- Contiene: **Clinker**

El clíner de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(CaO)/(SiO_2) \geq 2,0$
- $MgO \leq 5,0 \%$
- $3CaO.SiO_2 + 2CaO.SiO_2 \geq 2/3$

- Contiene: **Caliza**

Especificaciones:

- $(CaCO_3) \geq 75\%$ en masa.
- Contenido de arcilla $< 1,20$ g/100 g.
- Contenido de carbono orgánico total (TOC) $\leq 0,20 \%$ en masa.

2- CEM I 52,5 R 015/001367

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

3- CEM II/A-V 42,5 R 015/001369

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

- Contiene: **Cenizas volantes silíceas**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. La ceniza volante silícea es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas.

Composición química: (SiO₂) reactivo, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- (SiO₂) reactivo $\geq 25 \%$
- CaO reactivo $< 10,0 \%$ en masa
- CaO libre $< 1,0 \%$ en masa (si el contenido es superior al 1,0 % pero inferior al 2,5% es también aceptable con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm)
- Pérdida por calcinación $< 5,0 \%$ en masa (si el contenido está entre el 5,0 % y 7,0 % en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al

4- III/A 42,5 N /SR 015/001370

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

- Contiene: **Escoria de horno alto**

La escoria granulada de horno alto se obtiene por enfriamiento rápido de una escoria fundida de composición adecuada, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto.

Composición química: CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- Fase vítrea $\geq 2/3$
- $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SiO}_2 \geq 2/3$
- $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2 > 1,0$

5- IV/A (V) 32,5 N /SR 015/001368

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

- Contiene: **Humo de Silice**

El humo de sílice se origina por la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos de arco eléctrico, para la producción de silicio y aleaciones de ferrosilicio, y consiste en partículas esféricas muy finas.

Especificaciones:

- $(\text{SiO}_2) \text{ amorfo} \geq 85 \%$
- Pérdida por calcinación $\leq 4,0 \%$ en masa
- Superficie específica (BET) $\geq 15,0 \text{ m}^2/\text{g}$

- Contiene: **Puzolana natural**

Las puzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias de composición silíceo o silico-aluminosa o combinación de ambas, que finamente molidos y en presencia de agua reaccionan para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia.

Composición química: SiO₂ reactivo, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO y otros compuestos

Especificaciones: SiO₂ reactiva > 25%

- Contiene: **Puzolana natural calcinada**

Las puzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.

Composición química: SiO₂ reactivo, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO y otros compuestos

Especificaciones: SiO₂ reactiva > 25%

- Contiene: **Cenizas volantes silíceas**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. La ceniza volante silíceo es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas.

Composición química: (SiO₂) reactivo, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- (SiO₂) reactivo >= 25 %
- CaO reactivo < 10,0 % en masa
- CaO libre < 1,0 % en masa (si el contenido es superior al 1,0 % pero inferior al 2,5% es también aceptable con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm)
- Pérdida por calcinación < 5,0 % en masa (si el contenido está entre el 5,0 % y 7,0 % en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al

- Contiene: **Cenizas volantes calcáreas**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. La ceniza volante calcárea es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas y/o puzolánicas.

Composición: (SiO₂) reactivo, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- CaO reactivo > 10,0 % en masa (si el contenido está entre el 10,0 % y el 15,0 % las cenizas volantes calcáreas con más del 15,0 % tendrán una resistencia a compresión de al menos 10,0 Mpa a 28 días)
- (SiO₂) reactivo >= 25 %
- Expansión (estabilidad) <= 10 mm
- Pérdida por calcinación <= 5,0% en masa (si está entre el 5,0 % y 7,0 % en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de

durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al hielo, y la compatibilidad

6- CEM IV/B (V) 32,5 N 015/001747

Similar composición al anterior tipo de cemento descrito con otras proporciones .

7- CEM I 52,5 R ESPECIAL 015/001366

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

8- CEM II/B-M (V-LL) 32,5 R 015/001500

- Contiene: **Clinker**

El clinker de cemento portland es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada con precisión de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$
- $\text{MgO} \leq 5,0 \%$
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$

- Contiene: **Humo de Silice**

El humo de sílice se origina por la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos de arco eléctrico, para la producción de silicio y aleaciones de ferrosilicio, y consiste en partículas esféricas muy finas.

Especificaciones:

- (SiO_2) amorfo $\geq 85 \%$
- Pérdida por calcinación $\leq 4,0 \%$ en masa
- Superficie específica (BET) $\geq 15,0 \text{ m}^2/\text{g}$

- Contiene: **Puzolana natural**

Las puzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias de composición silícea o silico-aluminosa o combinación de ambas, que finamente molidos y en presencia de agua reaccionan para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia.

Composición química: SiO₂ reactivo, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO y otros compuestos

Especificaciones: SiO₂ reactiva > 25%

- Contiene: **Puzolana natural calcinada**

Las puzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.

Composición química: SiO₂ reactivo, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO y otros compuestos

Especificaciones: SiO₂ reactiva > 25%

- Contiene: **Cenizas volantes silíceas**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. La ceniza volante silícea es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas.

Composición química: (SiO₂) reactivo, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- (SiO₂) reactivo >= 25 %
- CaO reactivo < 10,0 % en masa
- CaO libre < 1,0 % en masa (si el contenido es superior al 1,0 % pero inferior al 2,5% es también aceptable con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm)
- Pérdida por calcinación < 5,0 % en masa (si el contenido está entre el 5,0 % y 7,0 % en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al

- Contiene: **Cenizas volantes calcáreas**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. La ceniza volante calcárea es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas y/o puzolánicas.

Composición: (SiO₂) reactivo, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- CaO reactivo > 10,0 % en masa (si el contenido está entre el 10,0 % y el 15,0 % las cenizas volantes calcáreas con más del 15,0 % tendrán una resistencia a compresión de al menos 10,0 Mpa a 28 días)
- (SiO₂) reactivo >= 25 %
- Expansión (estabilidad) <= 10 mm
- Pérdida por calcinación <= 5,0% en masa (si está entre el 5,0 % y 7,0 % en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al hielo, y la compatibilid

- Contiene: **Escoria de horno alto**

La escoria granulada de horno alto se obtiene por enfriamiento rápido de una escoria fundida de composición adecuada, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto.

Composición química: CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃ y otros compuestos.

Especificaciones:

- Fase vítrea $\geq 2/3$
- CaO + MgO + SiO₂ $\geq 2/3$
- (CaO + MgO)/SiO₂ $> 1,0$

- Contiene: **Esquistos calcinados**

El esquisto calcinado, particularmente el bituminoso, se produce en un horno especial a temperaturas de aproximadamente 800 °C y finamente molido presenta propiedades hidráulicas pronunciadas, como las del cemento Pórtland, así como propiedades puzolánicas.

Composición: (SiO₂), CaO, (Al₂O₃), (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Especificaciones:

- Resistencia a compresión a 28 días $\geq 25,0$ MPa
- La expansión (estabilidad) ≤ 10 mm

NOTA: Si el contenido en sulfato (SO₃) del esquisto calcinado excede el límite superior permitido para el contenido de sulfato en el cemento, esto debe tenerse en cuenta por el fabricante del cemento reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio.

- Contiene: **Caliza L**

Especificaciones:

- (CaCO₃) $\geq 75\%$ en masa.
- Contenido de arcilla $< 1,20$ g/100 g.
- Contenido de carbono orgánico total (TOC) $\leq 0,50$ % en masa.

- Contiene: **Caliza LL**

Especificaciones:

- (CaCO₃) $\geq 75\%$ en masa.
- Contenido de arcilla $< 1,20$ g/100 g.
- Contenido de carbono orgánico total (TOC) $\leq 0,20$ % en masa.