



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 – MAYO DE 2009

“COMPONENTES Y PROCESOS QUÍMICOS DEL CEMENTO”

AUTOR JAVIER RUIZ HIDALGO
TEMÁTICA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO
ETAPA BACHILLERATO

Resumen

En este artículo hacemos un repaso de los principales componentes del cemento, así como las reacciones químicas más importantes en las cuales estos compuestos químicos están implicadas. Describimos las propiedades que le confieren al cemento los distintos componentes. Tratamos también los distintos tipos de cementos que hay. Por último repasamos una serie de aditivos que pueden modificar las propiedades finales del cemento.

Palabras clave

Cemento Pórtland, puzolánico, puzolana, clínker, óxido de calcio, óxido de aluminio, óxido de silicio, silicato cálcico, marga, bauxita, silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, aluminato tetracálcico, óxido de magnesio, trióxido de azufre, óxido de sodio, óxido de potasio y sulfato cálcico hidratado.

1. INTRODUCCIÓN

El cemento es un material que una vez hidratado, da lugar a una mezcla uniforme y muy rígida. Desde muy antiguo se vienen utilizando morteros a base de arcilla, cal y yeso. El cemento moderno se empieza a fabricar en el año 1845, mediante una mezcla adecuada de arcilla y caliza calentada a altísimas temperaturas.

Hay muchas variedades de cemento, pero las más importantes son: los cementos de origen arcilloso y los cementos de origen puzolánico.

El cemento es una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio. Se obtienen mediante un proceso de cocción a altas temperaturas de calizas y arcillas, en unos enormes hornos giratorios. El producto que sale del horno giratorio se denomina clínker, cuando a este se le añade agua, se hidrata y solidifica progresivamente, en este proceso se desprende calor.

La expresión de las fórmulas químicas, que suelen ser bastante complejas, se suelen expresar como combinación de óxidos de calcio (CaO), silicio (SiO₂) y aluminio (Al₂O₃).

1.1. Reacción inicial

Esta reacción química se da en el horno giratorio. Básicamente consiste en la descomposición de las materias primas (arcilla y caliza, o margas) en óxidos, que posteriormente se combinan entre si. La siguiente reacción es cualitativa.

REACTIVOS	PRODUCTOS
2SiO ₂ .Al ₂ O ₃ .2H ₂ O (Arcilla) + MgCO ₃ + MgCO ₃ + Impurezas de hierro	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + H ₂ O + Fe ₂ O ₃ + CaO + MgO + CO ₂



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 – MAYO DE 2009

1.2. Reacción química de obtención del silicato cálcico.



1.3. El cemento Pórtland.

Es el que se suele emplear para la fabricación del hormigón. Se solidifica en pocas horas, y se va endureciendo progresivamente.

Si al cemento Pórtland se le añade cal obtenemos el cemento plástico de fácil aplicación. Se emplea para las fachadas de los edificios.

Si el cemento Pórtland tiene una concentración alta de hierro, se le llama Pórtland Férrico. Este cemento se suele utilizar sobre todo en climas cálidos. Se obtiene añadiéndole a la arcilla y a la caliza cenizas de tostación de piritita, antes del proceso de cocción.

1.4. Cementos de mezclas.

Son los que se obtienen al mezclar el cemento Pórtland con otras sustancias.

Los cementos Puzolánicos, son aquellos que se obtienen por la adición al cemento Pórtland de puzolana (cenizas volcánicas). Es un cemento especialmente resistente a aguas saladas, residuales. Este cemento se puede utilizar muy bien en zonas de climas muy cálido.

1.5. Cementos de fraguado rápido.

El fraguado se realiza en pocos minutos. Se obtiene partiendo de los mismos componentes que el Pórtland, pero con temperaturas más bajas. No es tan resistente como otros pero fragua muy rápidamente. No se suele emplear para grandes masas de cemento.

1.6. Cemento aluminoso.

Es un cemento rico en aluminio, este puede proceder de la utilización de bauxita junto a otras materias primas. Este cemento es muy apropiado para utilizarlo en zonas de clima frío.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 – MAYO DE 2009

2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO.

El cemento está compuesto por una serie de componentes, de fórmula química un tanto compleja, en este apartado trataremos de ver los más importantes.

2.1. Silicato tricálcico.

Es uno de los componentes mayoritarios del cemento sobre todo en el cemento Pórtland.

Es el componente más importante del cemento, el problema es de tipo económico, ya que su producción resulta muy cara. Este componente le confiere al cemento las siguientes propiedades:

- Mucha resistencia.
- Endurecimiento rápido.
- Al hidratarse se desprende mucho calor, por lo que no interesa un cemento muy rico en silicato tricálcico cuando se trabaja con grandes volúmenes de cemento, (presas, puentes, etc.)

Fórmula química: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Reacción química de obtención del silicato tricálcico:



2.2. Silicato dicálcico.

Es uno de los componentes mayoritarios del cemento sobre todo en el cemento Pórtland.

El silicato dicálcico presenta un calor de hidratación inferior al del silicato tricálcico. Por eso el silicato dicálcico, puede aparecer en concentraciones altas en cementos, que se empleen para trabajar con grandes volúmenes de cemento, (presas, puentes, etc.)

Este componente le confiere al cemento las siguientes propiedades:

- Mucha resistencia.
- Endurecimiento progresivo, de manera que a largo plazo puede llegar a tener la misma resistencia que el silicato tricálcico.

Fórmula química: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Reacción química de obtención del silicato dicálcico:



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 – MAYO DE 2009



2.3. Aluminato tricálcico y aluminato tetracálcico.

Es uno de los componentes mayoritarios del cemento sobre todo en el cemento Pórtland.

El trióxido de dialuminio (Al_2O_3) (también conocido como alúmina), favorece el proceso de cocción de las materias primas, funciona como fundente favoreciendo las reacciones químicas, que se dan entre el dióxido de silicio (SiO_2) (también conocido como sílice) y el carbonato cálcico (CaCO_3) (también conocido como roca caliza).

El aluminato tricálcico le proporciona el cemento muy poca resistencia.

Los cementos con alto porcentaje en aluminato tricálcico, desprenden mucho calor durante el proceso de hidratación.

El aluminato tricálcico, se altera fácilmente en presencia de sulfatos.

El aluminato tetracálcico suele llevar incorporados óxidos de hierro.

Los cementos que contengan estos componentes en porcentajes altos, necesitan mucho agua de hidratación, más que otros tipos de cementos.

Fórmulas químicas: $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ y $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

Reacciones químicas de obtención de aluminato tricálcico y aluminato tetracálcico:

REACTIVOS	PRODUCTOS
$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ + Al_2O_3 + CaO	$5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ + $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 – MAYO DE 2009



2.4. El óxido de magnesio.

El óxido de magnesio es un componente minoritario del cemento sobre todo del cemento Pórtland.

El óxido de magnesio procede del carbonato de magnesio que puede estar mezclado con las materias primas, sobre todo con la caliza. Al enfriarse el clínker se puede transformar en periclasa, y esta al hidratarse aumenta considerablemente su volumen, este proceso ocurre una vez que el cemento ya está solidificado, por lo que un aumento de volumen de uno de sus componentes, le supone al cemento la aparición de una serie de tensiones internas no deseadas, de manera que se la concentración del óxido de magnesio fuera alta, estas tensiones podrían terminar agrietando la estructura. Por todo este es importante que la proporción de óxido de magnesio sea pequeña, ya que en caso contrario, esto puede suponer un grave problema.

Fórmula química: MgO

2.5. El óxido de calcio libre.

El óxido de calcio es un componente minoritario del cemento sobre todo del cemento Pórtland.

Se puede hidratar como el óxido de magnesio, en este proceso de hidratación curre lo mismo que en el proceso de hidratación del óxido de magnesio, y presenta los mismos efectos no deseados, ya que por efecto de la hidratación se produce un aumento de volumen en el sólido, esto puede ocasionar tensiones internas que pueden resquebrajar una determinada estructura.

Fórmula química: CaO

La reacción química de hidratación del óxido de calcio es:



2.6. Trióxido de azufre.

Fórmula química: SO₃



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 – MAYO DE 2009

El trióxido de azufre procede de los combustibles que adicionamos al horno giratorio para la realización del proceso de cocción. Estos combustibles pueden tener una determinada riqueza en azufre, y al producirse la combustión este se transforma en trióxido de azufre. El trióxido de azufre puede escapar en forma de gas, en las zonas del horno que se encuentran a alta temperatura, mientras que en las zonas del horno que están a una temperatura no tan alta, da lugar a sulfato de calcio mediante la siguiente reacción química:



2.7. Óxido de potasio y Óxido de sodio.

Estos componentes son componentes minoritarios en el cemento.

Algunas arcillas pueden tener una cierta cantidad de potasio y sodio. Es conveniente eliminarlos por volatilización. Si no se eliminan totalmente, mediante el proceso de cocción, se pueden combinar con el CO_2 atmosférico, y transformarse en carbonatos, con el consiguiente riesgo de producir un falso fraguado, efecto no deseado.

Fórmulas químicas: K_2O y Na_2O



3. ADITIVOS.

Al clínker se les añaden una serie de aditivos, para conseguir que el producto final tenga las propiedades deseadas.

3.1. Yeso (Sulfato cálcico hidratado).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 – MAYO DE 2009

El yeso es un agente que retrasa el fraguado del cemento y contribuye con eso a que el producto final quede mejor fraguado. El yeso es conveniente también para la eliminación de la cal libre, esta se elimina con el agua de cristalización del yeso.

La proporción de yeso debe ser inferior al 3% para el cemento Pórtland. Para cementos ricos en sodio y potasio, necesitan una cantidad mayor de yeso.

Su fórmula química es: $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$

3.2. Escoria de alto horno.

Las escorias de alto horno de la siderurgia, son ricas en óxido de calcio, sílice y óxido de aluminio. Este aditivo le confiere al cemento una gran resistencia a las aguas marinas y a las aguas residuales.

3.3. Cenizas volantes de central térmica.

Son residuos sólidos finísimos que tienen su origen en la combustión del carbón en las centrales térmicas.

Estas cenizas se pueden combinar con la cal para dar cemento. Estas cenizas pueden servir también para mejorar las características del cemento. Los cementos hechos con estas cenizas, necesitan mucha agua para su hidratación.

Estos cementos presentan un calor de hidratación bajo, esto es bueno. Son también muy resistentes a aguas agresivas.

BIBLIOGRAFÍA:

Labahn, Otto (1984). Prontuario del Cemento. Barcelona: Editorial Técnicos Asociados S.A.

Lotear, Beyer (2000). Química Inorgánica. Barcelona: Editorial Ariel

H. F. W. Taylor (1978). La Química de los Cementos. Logroño: Editorial Urmo S.A.

Autoría

- Nombre y Apellidos: Javier Ruiz Hidalgo
- Centro, localidad, provincia: IES Américo Castro, Huetor-Tajar, Granada
- E-mail: javierruizh@hotmail.com