

RESUMEN

Es incuestionable, que la industria del cemento Portland se encuentra en medio de una importante crisis de identidad, ya que su fabricación es incompatible con la mejora de un desarrollo sostenible, debido a los grandes volúmenes de CO₂ emitidos, al consumo de energía, al uso de combustibles fósiles y también a factores relacionados con la durabilidad de hormigones de cemento Portland.

Es por ello que en la actualidad, existen numerosos estudios acerca de las posibles alternativas al uso del cemento Portland, entre las que se encuentran los conglomerantes activados alcalinamente o geopolímeros. Estos materiales permiten incorporar en su elaboración numerosos residuos de diversa procedencia como la industria petroquímica, agrícola, siderúrgica e incluso permite la reutilización de diversos residuos procedentes de la industria de la construcción, además de minimizar las emisiones de CO₂ y los consumos de energía en su elaboración.

En la fabricación de estos conglomerantes activados alcalinamente se suele usar también, como disolución activadora mezclas de hidróxido sódico y silicato sódico, este último producto es costoso y puede llegar a ser medioambientalmente no amigable. Es por eso, que a pesar de que los geopolímeros son conglomerantes “más sostenibles” que el cemento Portland, en función de las mezclas utilizadas, hay que investigar nuevas fuentes de silicato sódico con un menor coste económico y medioambiental.

En la investigación realizada se presenta un estudio sobre la reutilización de dos residuos de distinta procedencia en la elaboración de los conglomerantes activados alcalinamente para su posterior uso en la construcción civil. Uno de ellos es el catalizador gastado de craqueo catalítico (FCC), procedente de la industria petroquímica que se trata del material silicoaluminoso necesario para llevar a cabo el proceso de geopolimerización. El segundo residuo es la ceniza de cáscara de arroz (CCA) tanto en su estado original como

Activadores alcalinos alternativos a partir de ceniza de cáscara de arroz, para la fabricación de pastas, morteros y hormigones

molido, procedente de la industria agrícola y que constituye la fuente de sílice necesaria para la elaboración del activador alcalino (en lugar de silicato sódico) junto con un material de elevada alcalinidad. Con estos dos grandes grupos de materiales, se elaborarán los conglomerantes activados alcalinamente.

En primer lugar, se ha realizado una caracterización físico-química de los dos residuos principales, así como de otros materiales utilizados para la realización de la presente Tesis Doctoral.

Seguidamente se realiza un estudio sobre los diferentes tratamientos termoquímicos aplicados a la ceniza de cáscara de arroz y al NaOH para lograr la síntesis del silicato de sodio alternativo. Las variables que se han manejado para optimizar el proceso de síntesis del silicato de sodio han sido la temperatura de la mezcla, la agitación y la duración de cada tipo de tratamiento (reflujo, baño termostático, recipiente termostaticado.).

Se han elaborado pastas y morteros activados alcalinamente basados en FCC, tanto con silicato de sodio comercial como con el sintetizado a partir de la CCA, evaluando la influencia del tipo de tratamiento utilizado en la elaboración del activador alcalino sobre la microestructura de las pastas y de la resistencia mecánica de los morteros. En esta misma línea, se ha evaluado la evolución de la resistencia mecánica en función del tiempo y tipo de curado y se ha demostrado que estos conglomerantes muestran una gran estabilidad mecánica.

A continuación, se analiza la influencia del uso del KOH en la fabricación del activador con ceniza de cáscara de arroz o sobre la microestructura y propiedades mecánicas de las pastas y morteros activados alcalinamente. Destacar, que el uso del KOH ha mejorado la trabajabilidad de las mezclas fabricadas, pudiendo reducir la relación agua/conglomerante y los resultados de resistencias mecánicas han sido similares e incluso superiores a los obtenidos con NaOH.

Siguiendo la misma metodología se han fabricado conglomerantes activados con la mezcla ceniza de cascara de arroz/hidróxido sódico, utilizando como base silicoaluminosa otro tipo de residuos distintos del FCC, como escoria de alto horno o residuos cerámicos de ladrillos e incluso cemento hidratado carbonatado procedente de la fracción fina de los residuos de demolición. De nuevo se ha realizado una comparación entre los conglomerantes elaborados a partir del silicato de sodio comercial y los elaborados a



partir de la CCA y se ha demostrado que el curado térmico favorece la activación de estos residuos.

En el capítulo final de la tesis doctoral se muestran los resultados obtenidos en la fabricación de un hormigón geopolimérico a partir de la mezcla de FCC/CCA/NaOH destinado a la posible fabricación de bloques huecos prefabricados.

Se puede concluir que los geopolímeros con base silicoaluminosa de FCC con un activador fabricado a partir de ceniza de cáscara de arroz, presentan prestaciones similares o superiores a los fabricados a partir de silicato sódico comercial. Este hecho abre nuevas vías para su uso como alternativa, con un menor coste económico y medioambiental. Se tratan de conglomerantes donde la matriz está fabricada prácticamente en su totalidad a partir de residuos, lo que les hace ser materiales más sostenibles.
