



**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Atribución – No comercial.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2018

**TÍTULO:** Evaluación de material cementante basado en metacaolín con activación alcalina.

**AUTOR (ES):** Quiroga Cruz Juan Sebastian y Zamudio Pedraza Paola Andrea.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):**

Arevalo Mendoza Brayan Gerardo.

**MODALIDAD:**

Trabajo de investigación

**PÁGINAS:**  **TABLAS:**  **CUADROS:**  **FIGURAS:**  **ANEXOS:**

**CONTENIDO:**

1. INTRODUCCIÓN
  2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN
  3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
  4. OBJETIVOS
  5. ALCANCES Y LIMITACIONES
  6. MARCO TEORICO
  7. MARCO LEGAL
  8. METODOLOGIA
  9. DESARROLLO INVESTIGACIÓN
  10. RESULTADOS Y ANALISIS
  11. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA  
ANEXOS



## **DESCRIPCIÓN:**

Esta investigación presenta los resultados de la evaluación mecánica de un nuevo material cementante a base de metacaolín comparados con los resultados obtenidos con cemento convencional, en muestras de concreto y mortero, a partir de esto se determinó que la resistencia máxima alcanzada por el nuevo material cementante oscila entre el 23% y el 25% respecto al cemento convencional.

## **METODOLOGÍA:**

Evaluación a compresión de cilindros de concreto y cubos de mortero y a flexión en vigas de concreto y se comparan los resultados obtenidos con el nuevo material cementante a base de metacaolín y el cemento convencional. Los ensayos de laboratorio se realizan según normatividad INVIAS.

## **PALABRAS CLAVE:**

ACTIVIDAD PUZOLÁNICA, ALUMINOSILICATO, GEOPOLÍMERO, MATERIAL CEMENTANTE, METACAOLÍN (MK), PUZOLANAS.

## **CONCLUSIONES:**

Dado que el MK tiene una partícula más fina que el cemento, esto le proporciona una mayor capacidad de hidratación, por esta razón se observa porosidad en los especímenes de concreto realizados a partir del nuevo material cementante comparados con los especímenes de concreto del cemento convencional, dada esta característica, los concretos con MK requieren más agua, lo que cambiaría el diseño de mezcla e influiría en periodos de fraguado más prolongados que los ya parametrizados para el concreto con cemento convencional.

La caracterización del nuevo material cementante se realiza a partir de los resultados de su comportamiento mecánico, evaluando la resistencia a compresión en cilindros de concreto y cubos de mortero y la resistencia a flexión en vigas de concreto. En general, los especímenes de concreto y mortero con MK obtuvieron valores de resistencia a la flexión y a la compresión entre el 23% y el 25% de los resultados obtenidos con los especímenes de concreto y mortero de cemento convencional, a pesar de tener la misma ecuación química, esto se debe a las propiedades que desarrolla cada material (MK y CC) al ser mezclado con



agua, se generan reacciones completamente diferentes llevándonos a estos resultados.

El silicato bicálcico es un componente que está presente en el MK en una menor proporción que en el cemento convencional, este componente tiene la cualidad de transferir calor y velocidad en el tiempo de hidratación que es lo que produce endurecimiento en el concreto, dada esta característica se puede concluir que al aumentar este compuesto en la mezcla se mejoran las propiedades de endurecimiento, pero como consecuencia se generan bajas resistencias en el concreto con MK a una edad temprana.

Basados en el estudio del comportamiento del concreto con mezcla de conglomerantes de cemento blanco y metacaolín realizado en la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, podemos concluir que el MK es un material cementante suplementario y el comportamiento reactivo que genera su composición química puede ser utilizado para mejorar hasta un 20% las resistencia del concreto, siempre y cuando sea utilizado en una proporción con el cemento ya que al reemplazarlo en el 100% la mezcla tiene un comportamiento químico diferente y reacciona de manera negativa respecto a las propiedades mecánicas del concreto.

#### FUENTES:

*Análisis comparativo de Caolines de Diferentes fuentes para la producción de metacaolín.* **Torres Janneth, de Gutierrez Ruby, Vizcayno Carmina. 2011.** 2011, Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, págs. 35-43.

*ASTMC. Especificación estándar para Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón.*

*Efecto del porcentaje de adición de metacaolín en las propiedades finales del concreto adicionado.* **Janneth Torres Agredo, Ruby Mejía de Gutiérrez, Silvio Delvasto Arjona. 2011.** Bogotá : s.n., 2011.

*Effects of metakaolin and silica fume on properties of concrete.* **Ding, Jian-Tong y Li, Zongjin. 2002.** 2002, ACI Materials Journal, págs. 393-398.



**Flores, Jose. 2004.** Composición química del cemento. *Scribd*. [En línea] 2004. <https://es.scribd.com/document/148896675/24863679-Composicion-Quimica-Del-Cemento>.

*Geopolimeros sintetizados a partir de distitos materiales residuales.* **Villamor, Álvaro. 2016.** 2016.

*Geopolymerisation: A review and prospects for the minerals industry.* **Komnistsas, Kostas y Zaharaki, Dimitra. 2007.** 2007, Minerals Engineering, págs. 1261-1277.

*In-operando hard X-ray photoelectron spectroscopy study on the resistive switching physics of HfO<sub>2</sub>-based RRAM.* **Kot, Malgorzata. 2014.** 2014.

*Inorganic Polymers in New Materials.* **Davidovits, J. 1991.** 1991, Journal of Thermal Analysis, págs. 1633-1656.

**Janneth Torres-Agredo, Ruby Mejía-de-Gutiérrez, Silvio Delvasto-Arjona. 2011.** *Efecto del porcentaje de adición de metacaolín en las propiedades finales del concreto adicionado.* Bogotá : s.n., 2011.

**JOHANNA CAROLINA RUIZ ACERO, JOHN FREDY BERMUDEZ CUERVO. 2015.** *ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA LÍNEA DE INESTABILIDAD BAJO CONDICIONES.* Bogotá : s.n., 2015.

**Juan Camilo Restrepo Gutierrez, Oscar Jaime Restrepo Baena, Jorge Ivan Tobon. 2006.** *Efectos de la adición del metacaolín en cemento portland.* Medellín : s.n., 2006.

**Justice, Joy. 2005.** Evaluation of metakaolins for use as supplementary cementitious materials. 1 de April de 2005, págs. 1-149.

**Mindess, Young y Darwin. 2003.** *Concrete.* Illinois : Pearson, 2003.

**Muñiz, María, Gasca, José y Manzano, Alejandro. 2011.** 2011, Ciencia y Desarrollo.

**Noguera, Carolina Castañeda. 2011.** *Efectos de la adición de metacaolín en la resistencia a la compresión y la permeabilidad de un concreto con diferente sistema de curado.* Bogotá : s.n., 2011.

**P. Duxson A. Fernández, J. L. Provis, G. C. Lukey, A. Palomo, J. S. J. Van Deventer. 2006.** *Geopolymer technology: the current state of the art.* 2006.



*Pore size distribution of MK paste.* **Khatib, J.M y Wild, S. 1996.** 1996, Cement And Concrete Research.

*Pozzolanic properties of flash.calcined kaolinite: A comparative study with soak-cacined products.* **Salvador, S. 1995.** 1995, Cement and Concrete Research, págs. 102-112.

*Properties of Metakaolin.* **Ambroise, Jean, Maximilien, Sandrine y Pera, Jean. 1994.** 1994, Blended Cements.

*Propiedades y durabilidad del cemento con adición de metacaolín: mortero y hormigón.* **Rafik Abbas, Salah A. Abo El Enein, El Sayed Ezzat. 2010.** Alexandria : s.n., 2010.

**Siddique, Rafat. 2007.** *Waste Materials and By-Products in Concrete.* s.l. : Springer, 2007. Vol. 1, ISBN-10: 354074293X.

*Sintesis de geopolimeros empleando activación alcalina de aluminosilicatos minerales.* **Claudia Ivette Villa García, 2013. 2013.** 2013, Centro de investigación en Materiales avanzados.

**T. W. Cheng, J. P. Chiu. 2003.** *Fire-resistant geopolymer produce by granulated blast furnace slag.* Taiwan : s.n., 2003.

**Teoriadelaconstruccion.net. 2012.** 2012.

*Thermal evolution of metakaolin geopolymers.* **Duxson, Peter, Lukey, Grant y van Deventer, Jannie. 2006.** 2006, Journal of Non Crystalline Solids.

**Universidad de Educación a Distancia.** [www.uned.es](http://www.uned.es). *Universidad de Educación a Distancia.* [En línea] [Citado el: 25 de Octubre de 2018.] [https://www2.uned.es/cristamine/cristal/drx\\_intr.htm](https://www2.uned.es/cristamine/cristal/drx_intr.htm).

**Universidad Nacional de Colombia. 2015.** 2015.

**UPTC. 2017.** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. [En línea] 01 de Julio de 2017. [http://www.uptc.edu.co/docentes/oscar\\_gutierrez/En\\_Concreto/Materia5](http://www.uptc.edu.co/docentes/oscar_gutierrez/En_Concreto/Materia5).

*Use of Raw or Processed Natural Pozzolans.* **ACI Committee 232. 2000.** 2000. págs. 1-24.

**Villaquirán Caicedo Mónica Alejandra, Rodríguez Erich David, Mejía De Gutiérrez Ruby. 2013.** *Evaluación microestructural de geopolímeros basados en metacaolín y fuentes alternativas de sílice expuestos a temperaturas altas.* Cali : s.n., 2013.



**Zhu Pan, Jay G. Sanjayan, B. Vijay Rangan. 2011. *Geopolymer and Portland cement concretes in simulated fire*. 2011.**

**LISTA DE ANEXOS:**

Formatos de laboratorio de muestras en cilindros de concreto

Formatos de laboratorio de muestras en vigas de concreto

Formatos de laboratorio de muestras en cubos de mortero