



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

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial (CC BY-NC 2.5).

AÑO DE ELABORACIÓN: 2019.

TÍTULO: Determinación de la resistencia a compresión del concreto (3000 psi) modificado con material de cambio de fase orgánico PCM – OM18P.

AUTOR (ES): Silva Sanchez Carlos Julio, Tangarife Henao Oscar Antonio.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES): Novegil Gonzales-Anleo Francisco Javier.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 77 **TABLAS:** 33 **GRAFICAS:** 3 **FIGURAS:** 18 **ANEXOS:** 0

CONTENIDO:

RESUMEN
GLOSARIO
INTRODUCCIÓN
1. GENERALIDADES
2. ANTECEDENTES
3. MARCO DE REFERENCIA
4. METODOLOGIA
5. RESULTADOS
6. ANALISIS DE RESULTADOS
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES
9. TRABAJOS A FUTURO
BIBLIOGRAFÍA.



DESCRIPCIÓN:

La presente investigación abarca una de las consecuencias más críticas por el cambio climático, las excesivas variaciones de temperatura, esto ha causado que las edificaciones sean ineficientes en cuanto al confort térmico de estas, los países del primer mundo han desarrollado un material capaz de mitigar este fenómeno, mejorando el confort térmico de las edificaciones. Esta investigación tiene como objeto determinar la viabilidad de implementar PCM OM-18P “material de cambio de fase” como aditivo en el concreto, analizando la resistencia a compresión de probetas de concreto de 3000 PSI modificadas al 5%, 10% y 15% de la cantidad de agua por cada espécimen elaborado de 100x200 mm.

METODOLOGÍA:

Con el objetivo de estimar la viabilidad en cuanto a la resistencia a la compresión de concreto simple (3000 PSI) modificado con PCM – OM18P (fabricado a base de n-hexadecano 99%), se han establecido una serie de parámetros con el fin de facilitar el desarrollo del proyecto. Estos parámetros son.

- Selección del PCM: Para la selección del material de cambio de fase se ha investigado acerca de las características ambientales de la ciudad de Bogotá D.C. debido a que los PCM operan a ciertas temperaturas promedio, la temperatura promedio de Bogotá es de 16°C por tanto se ha seleccionado un material de cambio de fase orgánico ya que estos operan en un amplio rango de temperaturas desde los 2°C hasta los 60°C y que además la mayoría de investigaciones pertenecen a PCM inorgánicos, el material de cambio de fase OM-18P opera en un rango de 14°C a 18°C ajustándose a la temperatura promedio de la ciudad de Bogotá D.C.
- Dosificación y elaboración del concreto: Para la dosificación del concreto se ha tomado como referencia las tablas de dosificación de concreto de la carpeta de materiales elaborada en el curso de materiales (CT01093) dirigida por el ingeniero Diego A. Gantiva Arias. Para la elaboración del concreto se ha seguido la normatividad correspondiente al instituto nacional de vías y transporte de Colombia (INVIAS), para los ensayos de densidad de los agregados finos y gruesos se ha tomado como referencia la norma (I.N.V.E – 222 – 223 -13), para la elaboración y curado del concreto en el laboratorio se ha tomado como referencia la norma (I.N.V. E – 402 – 13), para el refrentado de los especímenes cilíndricos para su posterior fallo se



ha tomado como referencia la norma (I.N.V.E 403 – 10), para la prueba de “SLUMP” o asentamiento del concreto se ha seguido la norma (I.N.V.E 404 – 13) y por último se ha tomado como referencia la norma (I.N.V. E – 410 – 13) que permite realizar correctamente el ensayo de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

PALABRAS CLAVE:

CONFORT TERMICO, CALOR LATENTE, ESFUERZO A COMPRESIÓN
VIABILIDAD, CRECIMIENTO POBLACIONAL, CAMBIO CLIMATICO, AIRE
ACONDICIONADO INDUSTRIAL, SISTEMA DE CALEFACCIÓN,
TEMPERATURA.

CONCLUSIONES:

- Según los resultados de la presente investigación, los autores concluyen que las calidades de estos son excelentes debido a que se encuentran en el rango de los parámetros establecidos por la normatividad; por ello se puede deducir que la mezcla va a cumplir con la resistencia deseada, además de saber con más seguridad la importancia y el papel que van a tener los MCF en la ganancia de la resistencia del concreto.
- Al realizar la comparación de los especímenes de concreto a la edad de 28 días, se observa que aplicar MCF es viable para que el concreto adquiera una mayor resistencia, debido a que como se nota en los resultados, las muestras modificadas con MCF superaron a la resistencia de los cilindros convencionales y de diseño, donde el porcentaje más óptimo de PCM que se le debe aplicar al concreto es del 5% y el porcentaje menos favorable es con la aplicación de PCM del 10%.
- Analizando los resultados obtenidos se puede concluir que los materiales de cambio de fase, propuestos en el presente estudio, no afectan de una manera negativa al concreto en la ganancia de su resistencia máxima, sino por el contrario la potencializa, haciendo que este logre ganar hasta un 17,88% adicional de resistencia con respecto a la resistencia esperada de diseño.



- Este estudio puede de ser de gran importancia, debido a que no hay suficientes investigaciones acerca del concreto modificado con MCF o OM-18P, lo que puede generar un mejor funcionamiento en el concreto cuando se le añade esta sustancia, aunque falta hacer muchos ensayos y pruebas pertinentes que se les puede realizar a esta combinación de materiales, con el fin de determinar el funcionamiento óptimo de este, como por ejemplo, ser sometidos al esfuerzo de compresión pero con concentraciones de PCM diferentes o las mismas dosificaciones de PCM con concreto, pero aplicadas a una carga de tensión.

FUENTES: Es la misma bibliografía (referencias) del trabajo de grado. Ejemplo:

Diccionario Enciclopédico Océano. Editorial Grupo Océano, Edición 1996.

Energía Solar. Energía térmica. 2017.

Academia Jóvenes Web. Cambios de estado de la materia. 2017.

Diccionario Enciclopédico Océano. Editorial Grupo Océano, Edición 1996.

Revista EIA. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín.

Diccionario de la Construcción. HispaNetwork Publicidad y Servicios, S.L.

D. Cuervo y J. Calderón. Degradación de los agregados pétreos a causa de la compactación por impactos provenientes de las canteras constriturar y el remanso.

Diccionario de la Construcción. HispaNetwork Publicidad y Servicios, S.L.

La RAE. Real Academia Española. Actualización 2018. Rebaba.

Diccionario de la Construcción. HispaNetwork Publicidad y Servicios, S.L.

La RAE. Real Academia Española. Actualización 2018. Rebaba.

M. Muñoz. Fallas en las estructuras. 2015.



Pérez, M. O. (2017). Importancia del hormigón en el área de la construcción. *OCEANO*.

Campos, S. O. (2010). Incorporación de PCM en elementos constructivos para la mejora energética. *UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA*. 3-4 Pagina.

Perfetti, M. DANE. (2017). Que significa que Colombia alcance 50 millones de habitantes [en línea]. Bogotá. Revista Dinero.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Escenarios del cambio climático [en línea]. Bogotá. IDEAM.

MANTILLA, Andrés. Bogotá lidera el crecimiento de la construcción en el país. En: *EL ESPECTADOR*. Agosto, 2016.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. El clima de Bogotá [en línea]. Bogotá. Iván Ramírez.

L. V. Ramírez. El clima de Bogotá. 2017.

La Red Noticias. Desarrollan herramienta para mejorar el confort térmico lumínico de edificios escolares. 2019.

López Dórica. Aire acondicionado daña la salud. 2014.

Vargas, Z. V., Santos, G. A y Gonzales, N. F. (2013). Mortero de cemento Portland con parafinas micro encapsuladas. *REVISTA DE LA CONSTRUCCION*, 12(1). 75-86 Paginas.

Zelota, V. García, S. Neila, G. (2013). Mortero de cemento Portland con parafinas micro encapsuladas. *REVISTA DE LA CONSTRUCCION*, 12(1). 85 Pagina.

Campos, S. O. (2010). Incorporación de PCM en elementos constructivos para la mejora energética. *UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA*. 89-90 Paginas.

Oliver, A. (n.d). integración de materiales de cambio de fase en placas de yeso reforzadas con fibra de polipropileno. 77 Pagina.



Maselli, P (2010/2011). Las aplicaciones arquitectónicas de los materiales con cambio de fase en los cerramientos exteriores. *Departament de Construccions Arquitectòniques*. 1(1). 38-42 Paginas.

Sepúlveda, A. (n.d). Materiales poliméricos y de refuerzo plástico en el hormigón hidráulico. (n.d). 4 Pagina.

A Aguado, A.I. Fernández, L.F. Cabeza, J.M. Chimenos. (2014). Review of the use of phase change materials (PCMs) in buildings with reinforced concrete structures. ISSN-L: 0465-2746. 1-11 Paginas.

Eliecer, A, O. (2015). Análisis y descripción de la producción de concretos. *Universidad militar nueva granada*. 7-12 Paginas.

Sánchez D. (2001), *Tecnología del Concreto y del Mortero*, Santa fe de Bogotá, Brandar Editores LTDA.

Nilson, A. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.

Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

ALATORRE, Jesús. URIBE, Roberto. *Agregados para concreto: cada cual su nombre*. México: Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de ingeniería civil. Modalidad postgrado- 2003, p. 3-4.

AGUILAR, Oscar. RODRIGUEZ, Edwin. SERMEÑO, Martin. *Determinación De La Resistencia Del Concreto A Edades Tempranas Bajo La Norma Astm C 1074, En Viviendas De Concreto Coladas En El Sitio*. Argentina: Universidad El Salvador. Facultad de Ingeniería Civil. Modalidad Pregrado. 2009, p. 3-9.

Solís, R., y Moreno, E. (2005), *Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido subhúmedo*. *Red ingeniería Revista Académica*, 9 (003), 5-17. Recuperado de



<http://site.ebrary.com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/reader.action?dclid=10118621>.

Reyes, J, & Rodríguez, Y. (2010). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. (Tesis de Pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Alaejos y Fernández, (1996). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto*.

Argos. Control de Calidad de concreto en Obra.

Aguilar, O. Rodríguez, E. & Sermeño, M. (2009). Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio (tesis de pregrado).

Solís, R., y Moreno, E. (2005), Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. Red ingeniería Revista Académica, 9 (003), 5-17.

Solís, R., y Moreno, E. (2005), Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. Red ingeniería Revista Académica, 9 (003), 5-17.

Nilson, A. (2001). Diseño de Estructuras de Concreto. Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill

Aguilar et. Al (2009). *Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia*.

Materiales de Cambio de Fase (PCMs). Cielo Este. 2011.

M. QUEZADA. (2017): *Análisis de transporte de calor a través de un sistema constructivo con cambio de fase*.

BASF. *Entendiendo el material de cambio de fase*. [en línea]. Colombia: MICROTEK.



Lane, G. A.: "Solar heat storage" *Latent heat materials*. Volume II. Technology. (1986). Press, Inc., Boca Raton, FL.

A. Oliver, F. J. Neila, A. García (2012). *Clasificación y selección de PCM según sus características para su aplicación en sistemas de almacenamiento de energía térmica*. ISSN: 0465-2746. 1-11 Páginas

M. Revueltas, J. Betancourt, R. Ramírez, Y. Martínez. *Characterization of the thermal occupational environment and its relationship with the exposed workers' health*. 2015. Cuba.

S&P. *Calor latente: fusión y vaporización*. El Blog de la ventilación eficiente. (2019).

D. A. Polanco. *Población: definición, propiedades, relaciones y reguladores del crecimiento poblacional*. Paradais SpHynx. 2017.).

D. de la Nuez. *Los gases que destruyen la capa de ozono son cada vez más*. EXPLORA. 2014.

I.N.V. *Densidad, Densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino*. 2013. Colombia.

I.N.V. *Densidad, Densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso*. 2013. Colombia.

I.N.V. *Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio para ensayos de compresión y flexión*. 2013. Colombia.

I.N.V. *Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto*. 2013. Colombia.

I.N.V. *Asentamiento del concreto de cemento hidráulico (prueba SLUMP)*. 2013. Colombia.

I.N.V. *Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*. 2013. Colombia.

A. Paredes. *Estudio y diseño de una vivienda rural en el departamento de puno utilizando materiales de cambio de fase para fines de confort*. 2016. Perú.



Zalba, B.: "Almacenamiento térmico de energía mediante cambio de fase. Procedimiento experimental", in Departamento de Ingeniería Mecánica. (2002), Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

M. Quezada. Análisis de transporte de calor a través de un sistema constructivo con cambio de fase. 2017. Mexico.

I.N.V. E – 402 – 13. (2013). Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio para ensayos de compresión y flexión. Página 1.

I.N.V. E – 410 – 13. (2013). *Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.* Página 1.