

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

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

LICENCIA CREATIVE COMMONS: “Atribución no comercial”.

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Uso de morteros catalíticos sobre paneles, para el análisis de la reducción de partículas contaminantes en el aire

AUTOR (ES): González Castaño, Ivonne Melisa

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES): Nemocón Ruíz, Marisol

MODALIDAD: Trabajo De Investigación Tecnológica

PÁGINAS: 80 **TABLAS:** 15 **CUADROS:** 49 **FIGURAS:** 16 **ANEXOS:** 0

CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ANTECEDENTES	2
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4	OBJETIVOS	8
5	JUSTIFICACIÓN	8
6	DELIMITACIONES	9
7	MARCO DE REFERENCIA	10
8	METODOLOGÍA	21
9	DISEÑO METODOLÓGICO.	22
10	CONCLUSIONES	59
11	RECOMENDACIONES	61
	BIBLIOGRAFÍA	62



DESCRIPCIÓN: Este proyecto de grado se enfoca en la contaminación del aire y el uso de las nuevas tecnologías en la construcción para combatir este problema que genera afectaciones no solo ambientales, sino en la salud humana, en la flora y la fauna.

La nanotecnología, es una rama que se desprende de las nuevas tecnologías y que se ha abierto paso en la industria de la construcción, por medio de la implementación de materiales y aditivos de tamaño nanométrico que mejoran y generan nuevas propiedades en los materiales comunes de construcción como el acero, concretos, morteros, pinturas, etc.

En este proyecto se elaboró un concreto y mortero adicionando el Dióxido de titanio (TiO_2), el cual actúa como un catalizador al combinarse con el cemento y los rayos ultra violeta, y su función principal es oxidar las partículas contaminantes suspendidas en el aire, por lo cual se categoriza como un descontaminante. Adicionalmente, el TiO_2 puede mejorar las propiedades del concreto.

Para comprobar el efecto del TiO_2 en el concreto, se elaboraron cuatro cilindros de concreto común y de concreto adicionado, los cuales se fallaron en las edades típicas de falla y se compararon los resultados obtenidos.

De igual manera, se fabricó un mortero adicionado, el cual se colocó sobre paneles y se dejó expuesto ocho días en un área de monitoreo de aire, y con los datos obtenidos se realizó el análisis correspondiente.

METODOLOGÍA: La metodología con la cual se desarrolla este proyecto de grado, es investigativa y experimental, y consta de dos partes. La primera es la elaboración de ocho cilindros de concreto, cuatro convencionales y cuatro adicionados con TiO_2 , con el fin de comprobar si este aditivo mejora la resistencia del concreto a la compresión; y la segunda, es la producción del mortero catalítico con el cual se evaluará su funcionalidad con relación a la descontaminación del aire.

- Cilindros:

La elaboración y falla de los cilindros se realizó en el laboratorio de materiales de la universidad.

- Mortero Catalítico:

La finalidad de producir un mortero con adición de TiO_2 , se debe a que son estos los que generalmente están expuestos a la contaminación de partículas suspendida en el aire.



PALABRAS CLAVE: ANATASA, CATALITICO, DIOXIDO DE TITANIO, PARTÍCULAS, RUTILO.

CONCLUSIONES:

- Según las gráficas obtenidas, se puede evidenciar que en general, la disminución de los componentes NO, NO_x y NO₂, principalmente se presenta en las horas cercanas al medio día (9 am – 12 m), cuando más exposición solar hay. Caso contrario a las horas que no tienen exposición solar (10 pm – 4 am), donde estos componentes presentan una disminución menor.
- El estado del clima es un factor importante en la trabajo del TiO₂, debido a que este depende de los rayos ultravioleta para generar los radicales libres que oxidan las partículas suspendidas. Los días lluviosos o con poca radiación solar limitan la generación de los radicales libres y no permite una buena oxidación.
- Cuando se presenta lluvia, el agua puede arrastrar los radicales libres situados sobre el panel. Debido a la reacción química que se presenta entre el H₂O y OH⁻, se genera un aumento del Ph del agua, lo cual afecta el suelo donde se deposite, y adicionalmente puede generar daños sobre el mortero.
- Los radicales libres que genera el TiO₂ mezclado con el cemento y la exposición a la luz solar, muestra que los elementos compuestos, es decir, los NO, NO_x y NO₂, son los que mayor disminución presentan (28% – 35%). Lo anterior se puede atribuir a que estos (por su composición atómica) siempre van a tender a reaccionar con otros elementos compuestos (radicales libres para este caso). A diferencia de los PM₁₀ y PM_{2.5} (6% - 15%), ya que por ser sólidos suspendidos, no reaccionan tan fácilmente con los radicales libres y por eso no presentan una disminución significativa como la familia de los NO.
- Los días 5 al 8, son los que registran disminuciones considerables de todas las partículas. Esto se puede atribuir a que estos días corresponden a los días santos festivos y no se contaba con la misma cantidad de autos en la ciudad.
- En el caso del ozono, durante los ocho días analizados siempre presenta aumento. Debido a que el OH reacciona con el oxígeno de la atmosfera (O₂),



produce O₃ (ozono) liberando H⁺. Esta la razón del continuo aumento del ozono.

- El concreto catalítico muestra una disminución de resistencia considerable (33%), en comparación al concreto convencional. Esto puede indicar que el TiO₂ se debe implementar de otra manera, ya sea disminuyendo el porcentaje de adición o reemplazando otro material
- El proceso de curado es fundamental para que el concreto logre la resistencia deseada. Por esto, el proceso de curado para el concreto catalítico debe contar simultáneamente con los dos factores que necesita para desarrollar su resistencia, que son el agua y luz solar. Una de las causas que pudo generar la disminución de la resistencia en el concreto elaborado, fue su proceso de curado, pues al cambiar los cilindros del agua al sol, no se contó con los dos factores simultáneamente en su curado.
- El concreto catalítico logro su resistencia máxima a los catorce días, a diferencia del concreto convencional que la logra en siete. Esto indica que el TiO₂ puede funcionar como un retardante (para este caso).
- En las fallas de los cilindros, se evidencio una cristalización interna en los cilindros. Esta cristalización muestra la fase anatasa del TiO₂ que se produce al generar una mezcla homogénea con el cemento, y la que produce una mejor liberación de radicales libre cuando se expone a la luz solar.
- En la fabricación del mortero, se evidencio que el TiO₂ desplazó un porcentaje de la arena, sin embargo, la mezcla mejoró su manejo y no presentó perdida de humedad durante su aplicación. Con base en esto, se concluye que el TiO₂ puede reemplazar una parte del agregado fino, y en este caso se comprueba que mejora la humedad de la mezcla.
- Los paneles cubiertos con mortero catalítico no presentaron desgaste o daños importantes cuando fueron retirados de la estación. Aunque se evidenciaron fisuras en los dos paneles pequeños, no hubo desprendimiento de material. Esto muestra que el TiO₂ también puede generar el efecto de microfibras, ya que por su tamaño nanométrico, rellena los microespacios del concreto y así impide la aparición de fisuras, grietas y demás daños.



- El mortero catalítico puede ser una alternativa viable en la construcción ambientalmente amigable, ya que además de disminuir las partículas suspendidas, no es tóxico, es de fácil uso y aplicación

FUENTES:

Asociación Ibérica de la Fotocatálisis. (2013). *FOTOCATÁLISIS*.

<http://www.fotocatalisis.org/%C2%BFque-es-la-fotocat%C3%A1lisis.html>

Boonen E., Beeldens A. (2014). *RECENT PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS FOR AIR PURIFICATION IN BELGIUM – REVIEW*.

This article belongs to the Special Issue Photocatalytic Coatings for Air-Purifying, Self-Cleaning and Antimicrobial Properties Edited by Maury-Ramirez A. *Coatings*, 4(3), 553-573.

<http://www.mdpi.com/2079-6412/4/3/553/htm>

Candarelli, F. (2008). *MATERIALS HANDBOOK*, Springer, Editor. p. 967-981.

<http://www.springer.com/br/book/9783319389233>

Cárdenas, C. (2012). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y FOTOCATALÍTICAS DE CEMENTO ADICIONADO CON NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO*.

<http://www.bdigital.unal.edu.co/7354/1/1128264701.2012.pdf>

Carp, O; Huisman, C.L; and Reller, A. (2004). *PHOTOINDUCED REACTIVITY OF TITANIUM DIOXIDE. PROGRESS IN SOLID STATE CHEMISTRY*, (329).

https://www.researchgate.net/publication/236880669_Photoinduced_Reactivity_of_Titanium_Dioxidepdf

Cole-Hamilton, D; and Tooze, R. (2006). *HOMOGENEOUS CATALYSIS-ADVANTAGES AND PROBLEMS, IN CATALYST SEPARATION, RECOVERY AND RECYCLING. 2006, SPRINGER: NETHERLANDS*.

<http://www.springer.com/us/book/9781402040870#otherversion=9781402040863>

Construdata. (2013). *EL CONCRETO Y SU PAPEL EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS*.

http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/el_concreto_y_su_papel_en_la_construccion_de_espacios.asp



Cornejo, L. (2015). LA REVOLUCIÓN NANOTECNOLÓGICA EN LOS NUEVOS MATERIALES. UN RETO TECNOLÓGICO PARA EL SIGLO XXI.

<http://nuevastecnologiasymateriales.com/downloads/la-revolucion-nanotecnologica-en-los-nuevos-materiales-un-reto-tecnologico-para-el-siglo-xxi/>
<http://nuevastecnologiasymateriales.com/aplicaciones-de-la-nanotecnologia-a-la-industria-de-la-construccion/>

Cotton, A; and Wilkinson, G. (1973). *QUÍMICA INORGÁNICA AVANZADA. 1973: EDITORIAL LIMUSA-WILEY, S.A.*

<https://www.abebooks.co.uk/servlet/BookDetailsPL?bi=20884803117&searchurl=sortby%3D17%26an%3Dcotton%2By%2Bwilkinson>

Cristina, B, Ivan, P, and Kevin, R. (2007). *NANOMATERIALS AND NANOPARTICLES: SOURCES AND TOXICITY*

<https://link.springer.com/article/10.1116/1.2815690>

De Miguel, Y. (2011). *DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LAS CIUDADES.*

http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/jornadaes/15/descontaminaci%C3%B3n_del_aire_en_ciudades.pdf

Elkoro, A. (2013). *OPTIMIZACIÓN DE LA APLICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS FOTOCATALÍTICAS EN MORTEROS*

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26094/TFM-Ander-Elkoro.pdf?sequence=1>

Fujishima, A; and Honda, K. (1972). *ELECTROCHEMICAL PHOTOLYSIS OF WATER AT SEMICONDUCTOR ELECTRODE. NATURE. 37(8): P. 238.*

<http://adsabs.harvard.edu/abs/1972Natur.238...37F>

Fujishima, A; Zhang, X; and Tryk, D. (2007). *HETEROGENEOUS PHOTOCATALYSIS: FROM WATERPHOTOLYSIS TO APPLICATIONS IN ENVIROMENTAL CLEANUP. INTERNATIONAL JOURNAL OFHYDROGEN ENERGY.*

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.09.009>

Galed asociados. (2015). *AEROPUERTO DE PARIS-CHARLES DE GAULLE.*

<https://gyaconstructora.wordpress.com/2015/12/15/aeropuerto-de-paris-charles-de-gaulle/>



Jiménez, P; García, Á; y Morán, F. (2000). HORMIGÓN ARMADO. Gustavo Gili, S.A.

<https://www.casadellibro.com/libro-hormigon-armado/9788425218255/727027>

Kaneko, M. and Okura, I. (2006). *PHOTOCATALYSIS: SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2002: KODANSHA-SPRINGER.*

<https://www.mysciencework.com/publication/show/ff252059b72a4e68b184b056d0bb9c15>

Kim, S; and Ehrman, S.H. (2009). *PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF A SURFACE-MODIFIED ANATASE AND RUTILE TITANIA NANOPARTICLE MIXTURE. JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE. 338 P. 304-307.*

<http://europepmc.org/abstract/med/19604514>

Lasa, H; Serrano, B; and Salaices, M. (2005). *PHOTOCATALYTIC REACTION ENGINEERING. 2005: SPRINGER.*

<https://link.springer.com/book/10.1007/0-387-27591-6>

Maury, A. (2015). *¿EXISTEN CONCRETOS QUE PURIFICAN EL AIRE URBANO Y SE LIMPIAN POR SÍ MISMOS?*

<http://www.javerianacali.edu.co/existen-concretos-que-purifican-el-aire-urbano-y-se-limpian-por-si-mismos>

Muñetones, S. (2015). *NANOTECNOLOGIA.*

http://tecnologiaysustic.blogspot.com.co/2015/05/la-nanotecnologia-la-manipulacion-de-la_28.html

OMS. (2006). *CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS SUSPENDIDAS.*

<http://www.greenfacts.org/es/particulas-suspension-pm/>

Paz, Y. (2010). *APPLICATION OF TIO₂ PHOTOCATALYSIS FOR AIR TREATMENT: PATENTS' OVERVIEW. APPLIED CATALYSIS B: ENVIRONMENTAL, 2008.*

<https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.05.011>

Rajagopal, G. (2006). *BIOCIDAL EFFECTS OF PHOTOCATALYTIC SEMICONDUCTOR TIO₂. COLLOIDS AND SURFACES B: BIOINTERFACES.*

<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.06.003>



RED NANO COLOMBIA. (2014).

<http://rednanocolombia.org/>

REVISTA CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO. (2016).

<http://imcyc.com/images/MAYO%202016.pdf>

Ruot, B. (2009). *TIO₂-CONTAINING CEMENT PASTES AND MORTARS: MEASUREMENTS OF THE PHOTOCATALYTIC EFFICIENCY USING A RHODAMINE B-BASED COLOURIMETRIC TEST. SOLAR ENERGY.*

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776506001883>

Saini, R; Saini, S; and Sharma, S. (2010). *NANOTECHNOLOGY: THE FUTURE MEDICINE*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2890134/>

Sanchez, F; and Sobolev, K. (2010). *NANOTECHNOLOGY IN CONCRETE-A REVIEW. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS.*

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.03.014>

Serrano, P. (2015). *FOTOCATÁLISIS: ¿CONSTRUYENDO EDIFICIOS DESCONTAMINANTES?*

<http://www.ecoticias.com/bio-construccion/108732/Fotocatalisis-construyendo-edificios-descontaminantes>

Silva, O. J. (2016). *CONCRETO FOTOCATALÍTICO OFRECIENDO VENTAJAS IMPORTANTES EN LA CONSTRUCCIÓN.* Blog 360° en concreto

<http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-fotocatalitico-ofreciendo-ventajas-importantes-construccion/>