



FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PREGRADO DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.

LICENCIA DE CREATIVE COMMONS:

Atribución		Atribución no comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	Atribución no comercial sin derivadas	
Atribución no comercial compartir igual		Atribución sin derivadas		Atribución compartir igual	

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2020

**TÍTULO:** Generación de un anticorrosivo derivado de la extracción de las colillas de cigarrillo como alternativa para mejorar la resistencia a la corrosión en las estructuras metálicas.

**AUTORES:** Montaña Cantor, Carlos y Medina Cubillos, Eduard.

**ASESOR:** Marimon Bolívar, Wilfredo.

**MODALIDAD:** Trabajo de investigación.

<b>PÁGINAS:</b>	92	<b>TABLAS:</b>	11	<b>CUADROS:</b>	-	<b>FIGURAS:</b>	34	<b>ANEXOS:</b>	3
-----------------	----	----------------	----	-----------------	---	-----------------	----	----------------	---



## **CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN
  2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
  3. METODOLOGÍA
  4. ANÁLISIS DE RESULTADOS
  5. CONCLUSIONES
  6. RECOMENDACIONES
- ANEXOS

## **DESCRIPCIÓN**

La presente investigación se plantea el desarrollo de un recubrimiento anticorrosivo a partir de las colillas de cigarrillo como principal fuente de preparación que garantice protección y funcionalidad en el acero que se implementa en la industria de la ingeniería civil, lo cual brindara una solución al manejo de los grandes problemas que estas implican en el medio ambiente, y de este modo optar por una nueva alternativa de anticorrosión.

## **METODOLOGÍA**

### **Recolección de material**

Implementación de un método de recolección, donde se determinaron lugares estratégicos, para la ubicación de contenedores recolectores de colillas.

- Fabricación de contenedores a partir de botellas plásticas, con una etiqueta, la cual indica que es para desechar colillas de cigarrillo.
- Determinación de lugares estratégicos para la ubicación de los contenedores, en los cuales hay una concentración importante de personas fumando.
- Recolección de las colillas, selección in situ y limpieza en laboratorio.

### **Obtención de Acero A 36**

Se obtuvo por medio de la construcción del edificio Atrio, ubicado en la Carrera 13 con Calle 26, la cual nos entregó una lámina de Acero A 36, gracias a una constancia otorgada por la Universidad.

- Obtención Acero A 36.
- Corte de la lámina, en tamaños de 5cm por 5 cm.
- Limpieza eléctrica de los cortes.



### **Extracción de agentes antioxidantes**

Se utilizaron tres métodos de separación de compuestos, destilación por arrastre de vapor, destilación directa y extracción por embudo de decantación, donde únicamente se utilizó para la investigación el anticorrosivo obtenido por medio de la extracción por embudo de decantación.

### **Diseño de ambiente oxidante**

En el diseño del ambiente oxidante, se utilizaron cinco concentraciones diferentes de ácido nítrico, de uno a cinco molar, donde se realizó una estequiometría a fin de determinar la cantidad de ácido nítrico necesaria para formar disoluciones de ácido nítrico de cada molaridad, en balones aforados de 50ml.

### **Prueba de mantenimiento y limpieza**

Se puso a prueba la capacidad del anticorrosivo para contrarrestar la corrosión en un metal oxidado.

- Se sumergen las placas de Acero A 36, en cada uno de los ambientes oxidantes diseñados los cuales están en beakers de 200 ml.
- Se dejan en contacto con el ambiente oxidante, hasta que dejen de reaccionar.
- Se retiran las placas de acero A 36 y se dejan en contacto con el anticorrosivo, para su posterior evaluación.

### **Potencial anticorrosivo**

En este ensayo se pone a prueba la efectividad del anticorrosivo para proteger el acero de los diferentes ambientes oxidantes.

- Aplicación del anticorrosivo en una cara de las placas de Acero A 36.
- Se sumergen las placas con revestimiento de anticorrosivo en los ambientes oxidantes, los cuales están en beakers de 200 ml.
- Se retiran las placas de Acero A 36 una vez dejan de reaccionar con el ambiente oxidante, para su posterior evaluación.

### **Velocidad de corrosión**

Realizadas las evaluaciones anteriores, para mantenimiento y limpieza, y potencial anticorrosivo, se determina que para ambientes oxidantes de ácido nítrico no mayores a **3 M** el anticorrosivo tiene una buena funcionalidad, partiendo de esto se diseña un ambiente oxidante de ácido nítrico a **3 M**, para una disolución en un beaker de 500 ml utilizando estequiometría, una vez realizada la disolución, se sumerge completamente una placa de acero A 36, realizando una metodología stock al tomar cada hora una muestra de la reacción durante cinco horas, posterior a esto, se centrifuga cada muestra para separar las



partículas de mayor tamaño, luego se realizaron dos cascadas de disolución, la primera en balones aforados de 500 ml, tomando 200  $\mu\text{l}$  de la muestra principal centrifugada, para la segunda cascada de disolución se utilizan balones aforados de 50 ml, tomando 400  $\mu\text{l}$  de la cascada anterior, de esta manera se pueden realizar lecturas en el colorímetro tomando una muestra representativa de la última cascada, utilizando un reactivo de hierro (IRON PHENANTHROLINE) que genera una coloración al reaccionar con el hierro, teniendo las lecturas del colorímetro, se obtienen las concentraciones para cada hora y posterior se hace una relación del tiempo con la cantidad de hierro perdido, la cual se determino es de orden 1, identificando así la ecuación con la cual se puede determinar la pérdida de hierro en cualquier instante de tiempo, para poder generar una recomendación de aplicación del anticorrosivo.

### **PALABRAS CLAVES**

ACERO A-36, POTENCIAL ANTICORROSIVO, COLILLAS DE CIGARRILLO, ESTRUCTURAS METÁLICAS, CADMIO, TOLUENO, ANILINA, DESTILACIÓN, CINÉTICA DE CORROSIÓN.

### **CONCLUSIONES**

***En el momento de la extracción se logró obtener los agentes anticorrosivos orgánicos, mediante uno de los métodos planteados, los métodos de destilación por arrastre de vapor y directa no fueron tan contundentes debido a que no se alcanzaron los puntos de ebullición expuestos por cada una de las sustancias en el sistema de destilación, ya que la temperatura máxima alcanzada fue de 127 °C. Con el método del embudo de decantación se logró obtener los agentes antioxidantes por diferencia de densidades utilizando como solvente orgánico etanol al 96%, garantizo que este disuelva los componentes orgánicos presentes en las colillas para su posterior extracción, asegurando que en la solución obtenida estén presentes los antioxidantes.***

- Se genero una disminución de la contaminación, pero sería más significativa, si se hace una recolección diaria de las colillas de cigarrillos, para la formación del anticorrosivo, así, diariamente se estaría contribuyendo a la disminución de impactos negativos al ambiente, además una de las ventajas presentes, es que los procesos de fabricación y aplicación del anticorrosivo, no genera ningún tipo de contaminante, por lo cual, el producto es completamente amigable con el medio ambiente.



- En la puesta a prueba del recubrimiento anticorrosivo sobre las placas de acero A-36, bajo la inducción oxidante de diferentes concentraciones de ácido nítrico, se define que puede soportar concentraciones no mayores a 3 Molar, de esta manera se puede garantizar la protección del acero, ya que teniendo el recubrimiento, la velocidad de reacción del oxidante con el hierro disminuye, debido a que el anticorrosivo es un compuesto orgánico, es decir que genera resistencia eléctrica sobre el medio oxidante, puesto que la oxidación es un proceso electroquímico.
- Debido a la determinación de la velocidad de corrosión, bajo los parámetros de oxidación límite, se logró hallar la ecuación que relaciona la pérdida de hierro respecto al tiempo, de esta manera se puede recomendar el tiempo de aplicación del anticorrosivo para que la estructura mantenga sus características mecánicas y estructurales siempre y cuando el ambiente se encuentre con óxido nítrico.
- Debido a las buenas características antioxidantes presentadas en la aplicación del recubrimiento anticorrosivo, se puede emplear en la industria de las estructuras metálicas, dirigidas al campo de la industria química.
- Se define que el ambiente corrosivo planteado de ácido nítrico (concentración no mayor a tres Molar), el cual se utilizó para realizar las respectivas pruebas de inducción de oxidación a las muestras de acero A 36, supera en gran medida la concentración del ambiente corrosivo atmosférico producido por los óxidos nítricos ( $4 \times 10^{-4}$  Molar), existentes con mayor densidad en las zonas industrializadas y urbanas por la contaminación que generan, debido a esto, se concluye que el ambiente corrosivo planteado es súper crítico comparado con el atmosférico y que el anticorrosivo realizado presenta buenas características, reaccionando, mitigando y contrarrestando la corrosión generada por el óxido de nitrógeno, lo cual quiere decir que podemos utilizar el anticorrosivo garantizando que puede cumplir con la inhibición de la corrosión generada por el óxido de nitrógeno existente en la atmósfera, de manera óptima.

## FUENTES

*Aspectos ambientales en las pinturas de recubrimiento.* [Consulta: 28 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.inpralatina.com/>

Esmalte anticorrosivo 364 – color. [Consulta: 1 mayo 2019]. Disponible en: [https://tricolor.cl/content/uploads/2017/05/8461-FT\\_Esmalte\\_anticorrosivo.pdf](https://tricolor.cl/content/uploads/2017/05/8461-FT_Esmalte_anticorrosivo.pdf)

Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. American Society for Testing and Materials. ASTM G1-03, 2003.



Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals. ASTM American Society for Testing and Materials. Standard G50-76, 2003.

Standard Practice for Conducting Wire-on-Bolt Test of Atmospheric Galvanic Corrosion ASTM American Society for Testing and Materials. Standard G 116-99, 1999.

Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. American Society for Testing and Materials. ASTM G1-03, 2003.

Atmosfera pelo método da vela úmida determinação de cloretos, Norma Brasileira NBR-6211, 1981.

Sulfatação total na atmosfera-determinação da taxa pelo método da vela de dióxido de chumbo, Norma Brasileira NBR-6921, 1981.

*Sistemas de destilación.* [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.ucursos.cl/ingenieria/2005/2/IQ58B/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=79006](https://www.ucursos.cl/ingenieria/2005/2/IQ58B/1/material_docente/bajar?id_material=79006).

FABIO LEONARDO ALFÉREZ A, JHON JAIRO OLAYA Y JORGE HERNANDO BAUTISTA [2018], departamento de ingeniería mecánica y meca trónica, universidad nacional, Bogotá, Colombia departamento de física, universidad francisco de paula Santander, san José de Cúcuta, Colombia, Alférez, et al., Síntesis y evaluación de resistencia a la corrosión de recubrimientos de SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-BiO<sub>2</sub> sobre acero inoxidable 316L producidos por sol-gel, Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidr. (2018), [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.02.001> [en línea]. S.l.

D. DE LA FUENTE, I. DÍAZ, J. SIMANCAS, B. CHICO, M. MORCILLO [2010], National centre for metallurgical research (cenim-csic), avda. gregorio del amo, 8, 28040 Madrid, Spain, Long-term atmospheric corrosion of mild Steel, [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: [www.elsevier.com/locate/corsci](http://www.elsevier.com/locate/corsci).

J. SIMANCAS Y M. MORCILLO [2014], CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS, CENIM (CSIC), AVDA. DE GREGORIO DEL AMO, 8. 28040-MADRID (ESPAÑA), Factores condicionantes de la durabilidad de los sistemas de pinturas anticorrosivas sobre acero en exposiciones atmosféricas [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es>.



ABEL CASTAÑEDA, FRANCISCO CORVO, JUAN. J. HOWLAND, RIGOBERTO MARRERO [2014], CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. AVENIDA 25 Y 158. APARTADO POSTAL 6414. PLAYA. LA HABANA CUBA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE CORROSIÓN. SAN FRANCISCO DE CAMPECHE. CAMPECHE. MÉXICO. 3: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL. INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO "JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA". CUJAE. MARIANAO. LA HABANA. CUBA. 4: FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA. INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO "JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA" CUJAE. MARIANAO. LA HABANA. CUBA. Estudio de la agresividad corrosiva de la atmósfera para el acero de refuerzo embebido en el hormigón armado en la habana, [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: [www.rlmm.org](http://www.rlmm.org).

MAYRÉN ECHEVERRÍA BOÁN [2009], CARLOS A. ECHEVERRÍA LAGE, MARTA BOÁN CEPERO, CARLOS A. ECHEVERRÍA BOÁN, SONIA BENAVIDES GARCÍA, MARITZA PETERSSON ROLDÁN Y SILVIA MARIELA BETANCOURT MI-GUEL. Centro de estudio de anticorrosivos y tensoactivos, universidad de matanzas, [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

TEJERO-RIVAS MARÍA CANDELARIA, BAUTISTA-MARGULIS RAÚL GERMÁN, DEL ÁNGEL-MERAZ EBELIA, HERNÁNDEZ-MORALES NANCY ELENA [2014], corrosividad atmosférica del cobre y del acero en dos localidades de Villahermosa, tabasco [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riit.2015.03.004>.

ADRIÁN GASTESI IRIARTE, PERITO TECNICALIA RESEARCH & INNOVATION, DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN, ESPAÑA TÉCNICO INTERNACIONAL EN SOLDADURA (IWT) Y RESPONSABLE DE SOLDADURA DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIALES. TECNICALIA RESEARCH & INNOVACIÓN, DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN, [2016], control de la estructura metálica en el puente de la constitución de 1812 sobre la bahía de Cádiz, [Consulta: 25 marzo 2019]. Disponible en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

Colegio oficial de Arquitectos de Madrid. Comisión de Asuntos Tecnológicos. [1991].

ALFÉREZ, F.L., OLAYA, J.J. y BAUTISTA, J.H., 2018. Síntesis y evaluación de resistencia a la corrosión de recubrimientos de SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-BiO<sub>2</sub> sobre acero inoxidable 316L producidos por sol-gel. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* [en línea], vol. 57, no. 5, pp. 195-206. [Consulta: 28 marzo 2019]. ISSN 0366-3175. DOI 10.1016/J.BSECV.2018.02.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317518300141>.





BILURBINA ALTER, L. y LIESA MESTRES, F., 2003. *Corrosión y protección* [en línea]. S.I.: Edicions UPC. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 9788498800609. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jMzAenR2UHKC&oi=fnd&pg=PA8&dq=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&ots=ffRyU\\_TFqs&sig=TxgkIDwUqhixCkRS0Kbc9hL8sCg#v=onepage&q=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jMzAenR2UHKC&oi=fnd&pg=PA8&dq=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&ots=ffRyU_TFqs&sig=TxgkIDwUqhixCkRS0Kbc9hL8sCg#v=onepage&q=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&f=false).

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CUBA), M.E.L.C.A.. B.C.M.E.B.C.A.. B.G.S.P.R.M.B.M.S.M., 2009. *Revista CENIC. Ciencias químicas*. [en línea]. S.I.: Centro Nacional de Investigaciones Científicas. [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/1816/181621659002/>.

CHICO, B., DE, D., FUENTE, L. y MORCILLO, M., 2000. Cerámica y Vidrio Corrosión atmosférica de metales en condiciones climáticas extremas. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidrio* [en línea]. S.I.: [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/14539/1/corrosion.pdf>.

CIENCIAS QUÍMICAS, F. DE, MANUEL DE VEGA VEGA, J. y SIMANCAS PECO MANUEL MORCILLO LINARES, J., 2011. *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 978-84-694-6515-8. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/12887/1/T33087.pdf>.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, J.A. 1937-, CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS (ESPAÑA) y CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (ESPAÑA), 1984. *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión* [en línea]. S.I.: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 9788400056704. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mShw6d\\_su3oC&oi=fnd&pg=PA381&dq=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&ots=lzdesUYb9T&sig=IgcFb0wcydrM5ZF7vzqwo\\_NNs0E#v=onepage&q=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mShw6d_su3oC&oi=fnd&pg=PA381&dq=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales.&ots=lzdesUYb9T&sig=IgcFb0wcydrM5ZF7vzqwo_NNs0E#v=onepage&q=Una+introducción+a+la+corrosión+y+protección+de+los+metales).

GUSTIN, E., 1980. *Estructuras metálicas* [en línea]. S.I.: Editores Técnicos Asociados. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 9788471461995. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OA7tqM0PWOkC&oi=fnd&pg=PR13&dq=estructuras+metalicas&ots=6gDvYcFgq0&sig=xDK0vzaCb0o7QhLmrekAPiYlVl4#v=onepage&q=estructuras+metalicas&f=false>.

MARÍA CANDELARIA, T.-R., ÁNGEL-MERAZ EBELIA, D., RAÚL GERMÁN, B.-M. y NANCY ELENA, H.-M., [sin fecha]. Corrosividad atmosférica del cobre y del acero en dos localidades de Villahermosa, Tabasco Corrosivity Index Copper and Steel at





Two Locations in Villahermosa, Tabasco. [en línea], no. 2, pp. 197-206. [Consulta: 29 marzo 2019]. ISSN 1405-7743. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v16n2/v16n2a4.pdf>.

NOVOTNY, T.E., LUM, K., SMITH, E., WANG, V. y BARNES, R., 2009. Cigarettes butts and the case for an environmental policy on hazardous cigarette waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 6, no. 5, pp. 1691-1705. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph6051691. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/6/5/1691>.

STANSBURY, E.E. (E.E. y BUCHANAN, R.A. (Robert A., 2000. *Fundamentals of electrochemical corrosion* [en línea]. S.I.: ASM International. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 9781615030675. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=baHwfLpWpP8C&oi=fnd&pg=PR1&dq=electrochemical+corrosion&ots=LtfKC1CmYJ&sig=k2l6PAqOtormfDYv5tq\\_EGiR7A4#v=onepage&q=electrochemical+corrosion&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=baHwfLpWpP8C&oi=fnd&pg=PR1&dq=electrochemical+corrosion&ots=LtfKC1CmYJ&sig=k2l6PAqOtormfDYv5tq_EGiR7A4#v=onepage&q=electrochemical+corrosion&f=false).

SUÁREZ-RODRÍGUEZ, M., MONTERO-MONTOYA, R.D. y MACÍAS GARCIA, C., 2017. Anthropogenic Nest Materials May Increase Breeding Costs for Urban Birds. *Frontiers in Ecology and Evolution* [en línea], vol. 5, pp. 4. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISSN 2296-701X. DOI 10.3389/fevo.2017.00004. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fevo.2017.00004/full>.

Colillas de cigarrillos, materia prima para hacer aislantes y hasta zapatos. [Consulta: 3 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/>.

ALFÉREZ, F.L., OLAYA, J.J. y BAUTISTA, J.H., 2018. Síntesis y evaluación de resistencia a la corrosión de recubrimientos de SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-BiO<sub>2</sub> sobre acero inoxidable 316L producidos por sol-gel. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* [en línea], vol. 57, no. 5, pp. 195-206. [Consulta: 28 marzo 2019]. ISSN 0366-3175. DOI 10.1016/J.BSECV.2018.02.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317518300141>.

ANDRADE, M. del carmen y MATAS, S.F., 1991. Corrosión y protección metálicas. *Madrid* [en línea]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2N6oTjbigfEC&oi=fnd&pg=PR11&dq=corrosion+y+proteccion+metsalicas&ots=-r5MzS2hMp&sig=7cO6QMOM-YpYsLi4KB5BNlvGhb8#v=onepage&q=corrosion+y+proteccion+metsalicas&f=false>.

BEDOYA, E.C., VEGA, C.B., RESTREPO, A.H., L, J.D., CASTAÑO, J.G. y E., F.E., 2007. Corrosión del acero al carbono, acero galvanizado y aluminio en diferentes atmósferas colombianas. *Scientia et Technica* [en línea], vol. 1, no. 36. [Consulta: 29



marzo 2019]. ISSN 2344-7214. DOI 10.22517/23447214.4857. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4857>.

CHICO, B., DE, D., FUENTE, L. y MORCILLO, M., 2000. Cerámica y Vidrio Corrosión atmosférica de metales en condiciones climáticas extremas. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidrio* [en línea]. S.l.: [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/14539/1/corrosion.pdf>.

CIENCIAS QUÍMICAS, F. DE, MANUEL DE VEGA VEGA, J. y SIMANCAS PECO MANUEL MORCILLO LINARES, J., 2011. *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 27 marzo 2019]. ISBN 978-84-694-6515-8. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/12887/1/T33087.pdf>.

Colillas de cigarrillo para elaborar productos | ELESPECTADOR.COM. *El espectador* [en línea], 2018. [Consulta: 8 enero 2018]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/colillas-de-cigarrillos-materia-prima-para-hacer-aislantes-y-hasta-zapatos-articulo-732287>.

DANIELS, F., MARTÍNEZ LÓPEZ, E., QUINCHÍA, R., MORALES, O.C., ROMERO, A., MARÍN, A.M. y ARBELÁEZ, M.P., 2007. Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud de la población. *Universidad de Antioquia* [en línea], pp. 420. [Consulta: 29 octubre 2019]. ISSN 00349887. Disponible en: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Salud/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012/Investigaciones/Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud de la población.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Salud/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012/Investigaciones/Contaminación%20atmosférica%20y%20efectos%20sobre%20la%20salud%20de%20la%20población.pdf).

DE CALI, S., 2005. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA. . S.l.:

DESGARENNES ALCALÁ, C.M., DEL MORAL VENTURA, S., MEZA VILLALVAZO, V.M., PEÑA CASTRO, J.M., ZÁRATE MARTÍNEZ, J.P. y ABAD ZAVALA, J., 2017. Estimación de las frecuencias alélicas y genotípicas de los genes CAPN1 Y CAST asociados a la calidad de la carne en bovinos de la Cuenca del Papaloapan. *Nova Scientia*, vol. 9, no. 19, pp. 211. ISSN 2007-0705. DOI 10.21640/ns.v9i19.996.

GUEVARA, A., 2010. sistema para el adecuado desecho de colillas de cigarro. . S.l.:

JONES, D.A., 1996. Principles and Prevention of Corrosion. *singapore* [en línea]. [Consulta: 3 mayo 2020]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/denny-a-jones-principles-and-prevention-of-corrosion\\_58f21eeddc0d60fd1eda97e9\\_pdf](https://kupdf.net/download/denny-a-jones-principles-and-prevention-of-corrosion_58f21eeddc0d60fd1eda97e9_pdf).



LAURA, S., DANIEL, E. y JESÚS, H., 2015. Microstructural degradation of a Duplex stainless steel SAF 2507 exposed an immersion tests in 65 % concentration nitric acid. *Revista Ingeniería UC*. S.I.:

MARINELLO, S., LOLLI, F., GAMBERINI, R. y RIMINI, B., 2020. A second life for cigarette butts? A review of recycling solutions. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 384, pp. 121245. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2019.121245.

NOVOTNY, T., LUM, K., SMITH, E., WANG, V., BARNES, R., NOVOTNY, T.E., LUM, K., SMITH, E., WANG, V. y BARNES, R., 2009. Cigarettes Butts and the Case for an Environmental Policy on Hazardous Cigarette Waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 6, no. 5, pp. 1691-1705. [Consulta: 29 marzo 2019]. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph6051691. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/6/5/1691>.

OMOTIOMA, M. y ONUKWULI, O.D., 2017. Evaluation of pawpaw leaves extract as anti-corrosion agent for aluminium in hydrochloric acid medium. *Nigerian Journal of Technology* [en línea], vol. 36, no. 2, pp. 496. [Consulta: 2 mayo 2020]. ISSN 2467-8821. DOI 10.4314/njt.v36i2.24. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/njt/article/view/155140>.

PANCORBO, F.J., 2010. Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la ... - Google Libros. [en línea]. [Consulta: 2 mayo 2020]. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ULYPNbQISxoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Corrosión,+degradación+y+envejecimiento+de+los+materiales+empleados+en+la+construcción+de+Francisco+C.+Pancobro,+&ots=Kc9BRyo\\_2b&sig=cDa662pW96XqCNMTJXbNSpDA7oA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ULYPNbQISxoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Corrosión,+degradación+y+envejecimiento+de+los+materiales+empleados+en+la+construcción+de+Francisco+C.+Pancobro,+&ots=Kc9BRyo_2b&sig=cDa662pW96XqCNMTJXbNSpDA7oA#v=onepage&q&f=false).

quimicos presentes en el cigarrillo. [en línea], 2011. [Consulta: 29 octubre 2019]. Disponible en: <http://proyectocolillasteamone.blogspot.com/>.

SIKA COLOMBIA S.A., [sin fecha]. GUIA DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES METÁLICAS. [en línea]. [Consulta: 28 octubre 2019]. Disponible en: [https://col.sika.com/es/system/search.html?\\_charset\\_=UTF-8&searchText=preparacion+de+superficies+metalicas&searchtype=document](https://col.sika.com/es/system/search.html?_charset_=UTF-8&searchText=preparacion+de+superficies+metalicas&searchtype=document).

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo A.** Placas sumergidas en el producto anticorrosivo posterior a la oxidación inducida.



**Anexo B.** Comparación de placas con la aplicación del anticorrosivo posterior a la oxidación (mantenimiento y limpieza).

**Anexo C.** Potencial anticorrosivo con el recubrimiento aplicado.