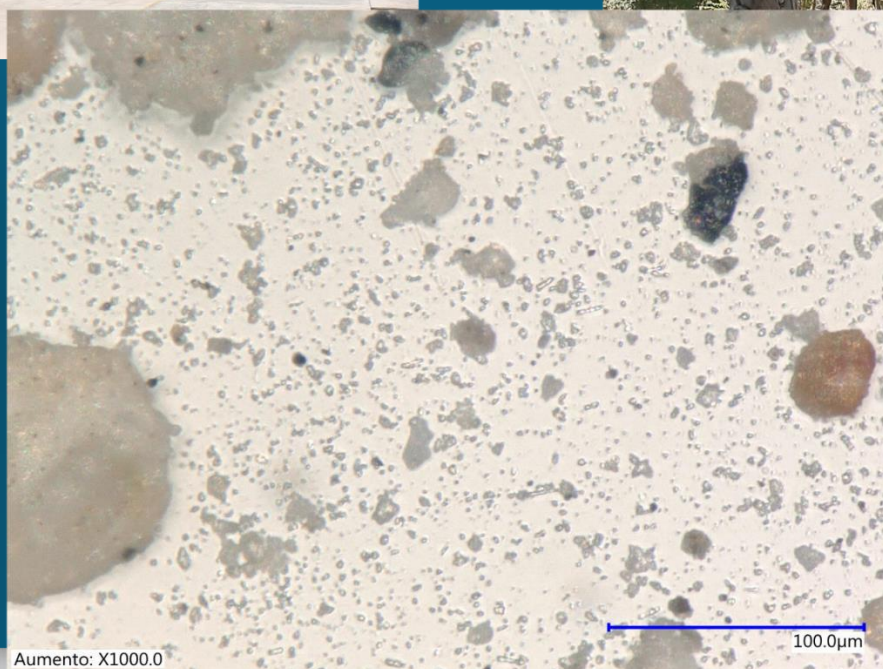
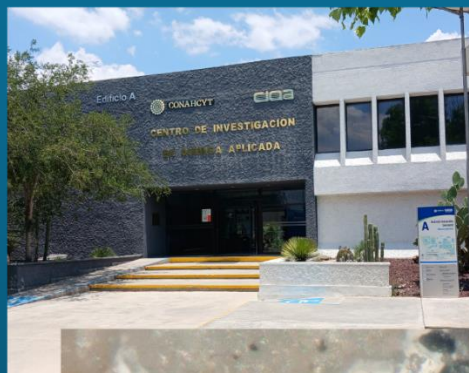




# LIBRO DE MEMORIAS

## 2o CONGRESO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, ACADEMIA Y HUMANIDADES.



Aumento: X1000.0

100.0µm



**Saltillo, Coahuila. Octubre del 2025**



Este trabajo fue realizado por el CAEC “Geociencias” y colaboradores del Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas de la Universidad Autónoma de Coahuila, además de la colaboración de un grupo de trabajo del Centro de Investigación en Química Aplicada.

2o Congreso de Ciencia, Tecnología, Academia y Humanidades. Otoño del 2025.

27 al 29 de octubre del 2025

El contenido de las presentaciones es responsabilidad de los autores y no necesariamente los organizadores (CIQA-CIGA) concuerda con esta información.





## Comité Organizador

---

Dra. Julieta Torres González y Dr. Luis Fernando Camacho Ortegón  
**Presidentes del Comité.**

Dr. Christian Javier Cabello Alvarado y Dr. Diego Martínez Carrillo  
**Coordinadores.**

Dr. Florentino Soriano Corral, Dra. Marlene Andrade Guel y Dr. Juan Josué Enciso Cárdenas  
**Coordinadores de Administración y tesorería.**

Dr. Carlos Alberto Ávila Orta, Dr. Gregorio Cadenas Pliego y Dr. Arturo Bueno Tokunaga  
**Coordinadores de Trabajos Técnicos.**

Lic. Cinthia Maribel Ramírez Barraza, Lic. Daniel Castellanos García y M.C. Diego de Jesús Martínez Hernández  
**Coordinadores de Enlaces y Medios digitales.**

M.C. Lisbett Susana Materano Escalona, M.C. Yuriko Yarel Bueno Yamamoto  
**Coordinadores de Difusión**

Dra. Ileana Vera-Reyes y M.C. Genaro de la Rosa Rodríguez  
**Coordinadores de Conferencias Especiales**

Dra. Perla E. García Casillas y TSU Jael García Blanco  
**Coordinadores de Registro, Tecnología y Transmisión.**



## Presentación

---

El Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas (CIGA) es una Dependencia de la Universidad Autónoma de Coahuila ubicada en la ciudad de Nueva Rosita, Coahuila. Está dedicado al desarrollo de conocimientos en el área ambiental y de las geociencias, además, presta servicios para la industria minero-metalúrgica, de hidrocarburos, entre otras.

El Centro de Investigación en Química Aplicada es un Centro Público de investigación ligado a la SECIHTI y se ubica en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Está especializado en química, diseño y transformación de polímeros, materiales avanzados, biociencias, agrotecnología, medio ambiente, recursos naturales y disciplinas afines.

Por segunda ocasión, el Congreso de Ciencia, Tecnología, Academia y Humanidades, fue dirigido a estudiantes, académicos, tecnólogos e investigadores de nivel superior.

El objetivo principal de este congreso es promover el desarrollo de competencias por medio de la presentación de temas cuyo análisis y problemáticas impulsarán la difusión y divulgación científica, además, de generar un espacio para el aprendizaje crítico de estudiantes de licenciatura y posgrado.

El Comité Organizador está comprometido con apoyar este tipo de eventos para el beneficio de sus instituciones y del país, mostrando los avances que se llevan en materia de investigación y novedades tecnológicas de interés para el gremio académico-científico.

Saludos cordiales.

**Atte.**

**Comité Organizador**

Saltillo, Coahuila. Octubre del 2025



# **Libro de Memorias del**

## **2o Congreso de Ciencia, Tecnología, Academia y Humanidades**

**Universidad Autónoma de Coahuila**  
Boulevard Venustiano Carranza sin número. Colonia República  
Oriente, Saltillo, Coahuila. CP. 25280

### **Edición:**

Diego Martínez Carrillo, Lisbeth Susana Materano Escalona  
Christian Javier Cabello Alvarado y Marlene Andrade Guel

Diseño de portada: Diego Martínez Carrillo

Diseño de encabezados y pies de página: Diego de Jesús Martínez Hernández,  
Cinthia Maribel Ramírez Barraza y Daniel Castellanos García



## Índice

Comité Organizador .....	1
Presentación .....	2
CAPÍTULO 1, CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	11
DEFORESTACIÓN, CAMBIO DE USO DEL SUELO Y GESTIÓN DEL AGUA EN ECOSISTEMAS ÁRIDOS: ANÁLISIS DESDE UNA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINARIA .....	12
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PASTAS CEMENTANTES SUPERSULFATADAS APLICADAS A VIVIENDAS EN ENTORNOS MARÍTIMOS... ..	13
MODELADO DE LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS EN AGUA MEDIANTE EL PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN.....	15
RESIDUOS PLÁSTICOS COMERCIALES EN MEXICALI: ESTRATEGIA LOCAL PARA REDUCIR CONTAMINACIÓN MEDIANTE SU APLICACIÓN EN CONCRETOS SUSTENTABLES .....	18
CONCRETO SUSTENTABLE INCORPORANDO PLÁSTICO HDPE, UN ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO GENERAL .....	20
MEMBRANAS POLIMÉRICAS A BASE DE PVA PARA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AGUA.....	22
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON VETIVER (CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES) PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN NUEVA ROSITA, COAHUILA.....	24
DESARROLLO DE MEMBRANAS IÓNICAS A PARTIR DE HIPS Y ABS MODIFICADOS MEDIANTE IRRADIACIÓN GAMMA .....	26
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REFORESTACIÓN DE ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO POR MEDIO DE DRONES .....	28
TRATAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO MEDIANTE PLASMA JET: UN AVANCE PARA LA REMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES .....	30
ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ACUÍFEROS EN CONTACTO CON MANTOS DE CARBÓN Y POR DEBAJO DE PATIOS DE CARBÓN.....	32
EVALUACIÓN DE UNA REMEDIACIÓN AMBIENTAL PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE COMUNITARIO .....	35



REMOCIÓN DE MICROPLÁSTICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) EN UNA MATRIZ ACUOSA MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PH, LA DENSIDAD DE CORRIENTE Y LA CONCENTRACIÓN INICIAL .....	37
SÍNTESIS DE BIOMATERIALES ANTIBACTERIALES, PARA SU POTENCIAL USO COMO IMPLANTES MÉDICOS .....	39
SÍNTESIS DE POLÍMEROS HIPERAMIFICADOS PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE FÁRMACOS .....	41
MODELADO DE PROPIEDADES DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES CON ARCILLAS MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	43
EVALUACION DE UNA HETEROESTRUCTURA DE TiO <sub>2</sub> – CuS PARA LA DESCONTAMINACION DEL AGUA.....	45
AVANCES EN SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA: REVISIÓN BIBLIOMÉTRIC.....	47
FOTODEGRADACIÓN DE AZUL DE METILENO CON BiVO <sub>4</sub> BAJO IRRADIACIÓN SOLAR.....	48
ENCAPSULADO DE CURCUMINA EN PARTICULAS DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO), PLA, UTILIZANDO EMULSIONES ESTABILIZADAS CON QUITOSANO .....	50
PRODUCCIÓN DE CELULOSA BACTERIANA POR GLUCONACETOBACTER ENTANNI.....	53
NANOPARTÍCULAS DE HEMATITA Y PIROLUSITA COMO SOPORTES PARA BIOPELÍCULAS BACTERIANAS EN LA BIORREMEDIACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA.....	55
VALORIZACIÓN DE LLANTAS MEDIANTE FORMULACIONES DE HULE CON POLVO DE LLANTA TRATADO CON MICROONDAS.....	57
INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN GAMMA EN LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y MECÁNICAS DE PVC PLASTIFICADO Y RECICLADO .....	60
PROTECCION ADAPTATIVA EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA: UN ANALISIS BIBLIOMETRICO CON SCOPUS.....	62
ELEMENTOS PORTADORES DE ETR EN MANTOS DE CARBÓN DE LA FORMACIÓN OLMOS. ....	64
DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> MODIFICADOS CON ÁCIDOS CARBOXÍLICOS Y POLIANILINA PARA EVITAR LA CORROSIÓN .....	66
FUNCIONALIZACIÓN DE TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> CON AMINAS RENOVABLES MEDIANTE SONOQUÍMICA .....	68
DETECCIÓN DEL RADICAL HIDRÓXILO EN ÓXIDO DE ZINC TRATADO CON ÁCIDO CÍTRICO.....	70



LA MORFOLOGÍA DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE ATCC 9763 ES MODULADA POR LA COMPOSICION DEL MEDIO DE CULTIVO.....	72
FABRICACIÓN DE COMPONENTES ESTRUCTURALES POR TECNOLOGIA WAAM: UNA SOLUCIÓN AVANZADA PARA SISTEMAS DE MOVILIDAD SUSTENTABLES .....	74
COMPORTAMIENTO DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN DE CO <sub>2</sub> EN CARBÓN EN LOS INCREMENTOS DE PRESION DE PRUEBAS ISOTERMICAS DE ADSORCIÓN .....	76
ESTIMACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE CONCENTRACIONES DE GAS METANO EN UNA MINA SINIESTRADA Y/O ABANDONADA PARA GARANTIZAR CONDICIONES SEGURAS DE INGRESO .....	78
IMPORTANCIA DE LA CINÉTICA DE TRANSFORMACIÓN DEL KERÓGENO EN EL MODELADO PETROMOD® PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN ÁREAS ESTRATÉGICAS.....	80
METODOLOGÍA PARA LA DETECCIÓN DE CIMAS GEOLÓGICAS A BOCA DE POZO.....	82
DISEÑO DE SOFTWARE Y HARDWARE PARA LA EJECUCIÓN DE CONTROL VISUAL EN UNA PLATAFORMA MÓVIL OMNIDIRECCIONAL DE CUATRO RUEDAS .....	84
INTEGRACIÓN Y CONTROL DE BRAZO ROBÓTICO EN PLATAFORMA MÓVIL VISUAL, PARA BÚSQUEDA, RECONOCIMIENTO Y MANIPULACIÓN DE OBJETOS EN ENTORNOS ESTRUCTURADOS.....	86
CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA A PARTIR DE IMÁGENES SINTÉTICAS UTILIZANDO ENFOQUES NO SUPERVISADOS DE VISIÓN POR COMPUTADORA.....	88
SISTEMA BASADO EN YOLOv8 PARA LA DETECCIÓN AUTOMATIZADA DE POROSIDAD EN SOLDADURAS.....	90
DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MARCO COMPUTACIONAL BASADO EN VISIÓN POR COMPUTADORA Y APRENDIZAJE PROFUNDO PARA LA INTERPRETACIÓN VISUAL EN TIEMPO REAL DE PRODUCTOS DE ABARROTÉS Y SUS PRECIOS EN ENTORNOS DE SUPERMERCADO.....	92
INSPECCIÓN DE DAÑOS ESTRUCTURALES MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS .....	94
MONITOREO DE PERSONAS DE LA TERCERA EDAD EN ESTADO DE ABANDONO A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE VISIÓN POR COMPUTADORA.....	96
DISEÑO DE INTERFAZ VISUAL-AUDITIVA PARA PERSONAS DEBILES VISUALES .....	98



INGENIERÍA INVERSA Y ROBÓTICA COLABORATIVA PARA LA PERSONALIZACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS: UN ENFOQUE EN LA RECONSTRUCCIÓN DE ENGRANAJES.....	100
ESTUDIO PRELIMINAR DEL MODELADO DINÁMICO DEL TRÁFICO URBANO EN PUENTES MEDIANTE ECUACIONES DIFERENCIALES Y REDES NEURONALES ADAPTATIVAS .....	102
ESTUDIO DE LA MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE ACERO PARA HERRAMIENTAS H13 MEDIANTE GTAW.....	104
EVALUACIÓN DE UNIONES DE INCOLOY 909 UTILIZANDO INCONEL 625 COMO METAL DE APORTE PARA APLICACIONES EN TANQUES DE PRESIÓN.....	106
EVALUACIÓN DE LA UNIÓN AL-CU MEDIANTE EL PROCESO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN-AGITACIÓN .....	108
ANALISIS DEL Efecto de Parámetros Láser en Revestimientos sobre LA Aleación Al 7075.....	110
MODIFICACION DE UN ALUMINIO A-6061 T6 MEDIANTE UNA ALEACION MAESTRA Al-Mg-Ce.....	112
IDENTIFICACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE NANOPARTÍCULAS EN PELÍCULAS DELGADAS DE CALCOGENUROS METÁLICOS MEDIANTE SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES .....	114
CONTROL DE ENERGÍA BASADO EN DATOS APLICADO A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	116
COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA (2010-2025).....	118
TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE Y PARTICIÓN COMO INNOVACIÓN EN LA MEJORA DE MATERIALES PARA APLICACIONES HIDRÁULICAS .....	119
CAPÍTULO 2, ACADEMIA .....	121
UNA MIRADA A LAS TEORÍAS COGNITIVAS EN LA MATEMÁTICA EDUCATIVA	122
DE LA BIOQUÍMICA LA SUSTENTABILIDAD: FORMACIÓN DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS MEDIANTE LOMBRICOMPOSTA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO.....	124
LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS METALURGISTAS Y GEOLOGOS DE MEXICO: SU IMPORTANCIA EN LA ACADEMIA Y EN LA INDUSTRIA EXTRACTIVA .....	126
GEOATURISMO Y ECONOMÍA CIRCULAR EN COAHUILA: PROPUESTA INTEGRADA PARA CUATRO CIÉNEGAS, MATAMOROS Y TORREÓN BAJO EL MARCO DE LOS GEOPARQUES UNESCO .....	127
TRANSICIÓN SUSTENTABLE EN LA REGIÓN CARBONÍFERA: CIENCIA, ACADEMIA Y GEOATURISMO COMO RESPUESTA AL CIERRE DE MINAS .....	129



CAPÍTULO 3, HUMANIDADES Y SALUD .....	131
EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO: HACIA MODELOS LOCALES SOSTENIBLES .....	132
DERECHO A REHABILITACIÓN DE ZONAS HÍDRICAS CONTAMINADAS. ESTUDIO DESDE LAS PERCEPCIONES AMBIENTALES EN IGNACIO ZARAGOZA, MISANTLA, VERACRUZ .....	134
MODELO CLÍNICO DE PREDICCIÓN DE ÚLCERAS DE PIE DIABÉTICO BASADO EN CATBOOST CON INTERPRETABILIDAD MEDIANTE SHAP .....	136
RESILIENCIA Y SUPERVIVENCIA: EL ESTRÉS ECONÓMICO EN LAS MICROEMPRESAS DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS .....	138
EL DESARROLLO DE HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES EN DOCENTES DE EDUCACIÓN ESPECIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE INCLUSIVOS.....	140
EL PAPEL DE LOS PADRES EN EL USO SALUDABLE DE PANTALLAS EN NIÑOS DE PRIMARIA: ESTUDIO PILOTO .....	142
RESILIENCIA ECONÓMICA DEL TURISMO DE PLAYA ANTE DESASTRES POR HURACANES EN LA COSTA DE OAXACA.....	144



## Índice de Figuras

Figura 1. Validación del modelo: valores predichos vs experimentales.....	17
Figura 2. Trabajos de campo.....	33
Figura 3. Hidrología de la zona de la zona de estudio y su entorno.....	33
Figura 4. (izq) Prueba de evaporación del agua de tajo y (der) fotografía de la superficie de la caliza donde se depositaron los sólidos disueltos. ....	36
Figura 5. Proceso de modelado y optimización de las propiedades de películas biodegradables.....	44
Figura 6. Micrografías de las partículas PLA-CUR obtenidas de las dispersiones en las que se utilizó quitosano de diferente peso molecular a) bajo, b) medio y c) alto.....	51
Figura 7. Curva de rendimiento de celulosa bacteriana. ....	54
Figura 8. (a) Espectros de FTIR de PVCp reciclado con TMPTA. (b) Diferencia en los valores de elongación a la ruptura de las formulaciones de PVCp puro y reciclado antes y después del proceso de irradiación.....	61



## Índice de Tablas

Tabla 1. Diseño experimental y resultados.....	16
Tabla 2. Recubrimientos nanohíbridos poliméricos.....	67



# **CAPÍTULO 1**

# **CIENCIA Y TECNOLOGÍA**



## DEFORESTACIÓN, CAMBIO DE USO DEL SUELO Y GESTIÓN DEL AGUA EN ECOSISTEMAS ÁRIDOS: ANÁLISIS DESDE UNA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINARIA

Tolentino Armendáriz E.E.<sup>1</sup>, Rios-Saldaña C.A.<sup>1,2</sup>, Sandoval-García R.<sup>3</sup>, Rodríguez-Martínez L.M.<sup>1</sup>, Bravo-Luis E.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios (CEII), Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> BioCórima, A. C.

<sup>3</sup> División de Ingeniería Forestal, Tecnológico Nacional de México-San Miguel El Grande.

Autor de correspondencia: *Tolentino Armendáriz E.E.*, [tolentino.edgar94@gmail.com](mailto:tolentino.edgar94@gmail.com)

Palabras claves: Análisis multitemporal, conservación de la biodiversidad, cobertura vegetal, tasa de deforestación, investigación interdisciplinaria.

### Resumen

Parras de la Fuente, Coahuila se encuentra ubicado al noreste de México, con un clima árido y con desafíos propios de dichas regiones: escasez de agua, contaminación o degradación de ecosistemas y aquellos relacionados al aumento de la temperatura por el calentamiento global. También representa un oasis en el desierto inmerso en complejos problemas socioambientales. En este contexto, la deforestación y el cambio de uso del suelo son fenómenos complejos, con múltiples causas y consecuencias, que involucran factores ecológicos, sociales, políticos y económicos. En ese tenor se analizó el cambio de uso del suelo y la deforestación durante 27 años (1995-2022), utilizando imágenes satelitales de alta resolución. Además, se calculó la tasa anual de cambio forestal para cada tipo de cobertura terrestre. Entre los resultados encontrados está la reducción de un 8.9% del total de la superficie vegetal original desde el año 1995 hasta el 2022, lo que equivale a 94,561 ha de diversos tipos de vegetación perdidas. Entre los tipos de vegetación que redujeron en mayor cantidad su superficie se encuentran los pastizales, matorral crasicaule, la agricultura y el bosque de mezquite. El análisis de series temporales de teledetección, en conjunto con el estudio de las dinámicas sociales, institucionales y narrativas que configuran la gestión del agua en este territorio puede permitir la planificación y el desarrollo de políticas para garantizar la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres, fundamental para mantener un ciclo hidrológico saludable.



## EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PASTAS CEMENTANTES SUPERSULFATADAS APLICADAS A VIVIENDAS EN ENTORNOS MARÍTIMOS

Noel K.<sup>1,2</sup>, Reyes-González D.<sup>1</sup>, Martínez-Castellanos G.<sup>1</sup> y Julián López P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Puebla.

Autor de correspondencia: *Reyes-González D.*, [dreyesg@itsm.edu.mx](mailto:dreyesg@itsm.edu.mx).

Palabras claves: rejilla, aleación base Pb, batería plomo-ácido, aluminio, escoria.

### Resumen

La búsqueda de materiales de construcción sostenibles con menor huella ambiental es una prioridad creciente en la ingeniería civil, dado el elevado impacto asociado a la producción de cemento Portland. En este contexto, los cementos supersulfatados se perfilan como una alternativa viable por su bajo consumo energético y menor generación de emisiones, además de su potencial desempeño en ambientes agresivos como los marítimos, donde la durabilidad de los materiales constituye un factor crítico.

El objetivo de este estudio fue evaluar tanto la durabilidad como el impacto ambiental de pastas a base de cementos supersulfatados, con aplicación potencial en recubrimientos de muros, columnas y losas expuestas a cloruros y humedad. Para ello se diseñaron distintas formulaciones que incluyeron proporciones variables de pumicita activada con NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, cemento Portland y hemihidrato. De un conjunto inicial de diseños experimentales, se seleccionaron las dos pastas con mejor desempeño mecánico y de durabilidad, garantizando la validez estadística de los resultados mediante la aplicación de pruebas de normalidad.

La metodología para el análisis ambiental se basó en la recopilación de datos recientes provenientes de inventarios internacionales de impacto ambiental disponibles en la base de datos EcoInvent. Dichos datos fueron procesados y organizados en hojas de cálculo de Excel, donde se desarrollaron los cálculos comparativos de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente y consumo energético. Esta integración de fuentes actualizadas y procesamiento sistemático permitió cuantificar de forma transparente y reproducible los beneficios ambientales de las formulaciones seleccionadas.

Los resultados indican que la pasta compuesta por 25% de cemento Portland y 75% de supersulfatado (30% pumicita activada con NaOH 0.5N, 20% hemihidrato y 25% Ca(OH)<sub>2</sub>), así como la mezcla con 30% de Portland y 70% de supersulfatado (50% pumicita y 20% hemihidrato), presentan impactos ambientales significativamente menores que el cemento Portland. Las emisiones se redujeron de 925.48 kg CO<sub>2</sub>-eq a 318.18 y 324.39 kg CO<sub>2</sub>-eq.



(65.6% y 64.9% menos, respectivamente), mientras que el consumo energético pasó de 3.5 GJ a 1.83 y 1.76 GJ, lo que representa disminuciones del 47.7% y 49.7%.

En conclusión, los cementos supersulfatados ofrecen un desempeño técnico adecuado y una notable reducción del impacto ambiental, consolidándose como una opción sostenible para la construcción en entornos marítimos.

## Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada mediante una beca otorgada por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). El trabajo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Ingeniería Civil del Tecnológico Nacional de México, Campus Misantla, Veracruz.

## Bibliografía

Cabrera-Luna, K., Maldonado-Bandala, E. E., Nieves-Mendoza, D., Castro-Borges, P., Perez-Cortes, P., & Escalante García, J. I. (2021). Supersulfated cements based on pumice with quicklime, anhydrite and hemihydrate: Characterization and environmental impact. *Cement and Concrete Composites*, 124, 104236. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104236>

Menchaca-Ballinas, L. E., & Escalante-Garcia, J. I. (2019). Low CO2 emission cements of waste glass activated by CaO and NaOH. *Journal of Cleaner Production*, 239, 117992. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117992>

Robayo-Salazar, R., Mejía-Arcila, J., Mejía de Gutiérrez, R., & Martínez, E. (2018). Life cycle assessment (LCA) of an alkali-activated binary concrete based on natural volcanic pozzolan: A comparative analysis to OPC concrete. *Construction and Building Materials*, 176, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.017>.



## MODELADO DE LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS EN AGUA MEDIANTE EL PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN

Gomez-Casas O.<sup>1</sup>, Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>, Gomez-Casas J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Campus Arteaga, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: Gomez-Casas O., [ogomez@uadec.edu.mx](mailto:ogomez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: Electrocoagulación, modelo de regresión, diseño central compuesto, remoción de sólidos disueltos.

### Resumen

La remoción de sólidos disueltos totales (SDT) es esencial para garantizar la calidad del agua. La electrocoagulación (EC) emerge como una alternativa sostenible y económica, destacando su eficiencia con electrodos de aluminio (Phu, 2025). En este estudio se modela el porcentaje de remoción de SDT ( $z$ ) en agua de pozo mediante EC, optimizando parámetros clave como lo son la densidad de corriente ( $\rho$ ), distancia entre electrodos ( $x$ ) y tiempo de operación ( $t$ ) (Phu, 2025).

Los ensayos se llevaron a cabo en un reactor tipo batch con capacidad de 1L, usando electrodos de aluminio con un área de 150cm<sup>2</sup> cada uno. Los niveles de las variables de entrada fueron:  $\rho=0.833, 1.667, 2.5\text{mA/cm}^2$ ;  $x=3, 5, 9\text{mm}$ ;  $t=10, 15, 20\text{min}$ . La experimentación se basó en un Diseño Central Compuesto (DCC) con 8 puntos factoriales, 6 axiales y 1 central, replicando cada ensayo tres veces, siendo esta metodología similar a la empleada en investigaciones previas (Singh, 2022). En este trabajo se ajustó un modelo de potencias para predecir  $z$  después aplicar la EC, el cual es de la forma mostrada en la Ecuación 1. En donde  $a_m$  son coeficientes los cuales se optimizan mediante el método de mínimos cuadrados, minimizando la suma de los errores cuadráticos ( $R$ ) entre los datos experimentales y los valores predichos por el modelo.

$$z_{\text{modelo}} = a_0 \rho^{a_1} x^{a_2} t^{a_3}$$

**Ecuación 1.** Modelo de potencias para la remoción de SDT.

$$e_i = z_i - z_{i,\text{modelo}} \quad R = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

**Ecuación 2.** Suma de errores cuadráticos.

$$\frac{\partial R}{\partial a_m} = 2 \sum_{i=1}^n e_i \frac{\partial e_i}{\partial a_m} = 0$$

**Ecuación 3.** Condición de optimalidad por mínimos cuadrados.

Para encontrar los puntos críticos de  $R$  en función de  $a_m$  se calculan las derivadas parciales respecto de estos coeficientes para posteriormente igualarlas a cero en la búsqueda de su valor óptimo. El resultado obtenido se aprecia en la ecuación 3 en donde se observa que las funciones  $e_i$  y  $\frac{\partial e_i}{\partial a_m}$  son ortogonales entre sí, lo que garantiza que el óptimo encontrado sea un mínimo.

En la Tabla 1 se presentan el diseño experimental y los resultados obtenidos tanto de la variable de salida como de las predicciones realizadas por el modelo. El arreglo



experimental se modificó debido a aspectos técnicos relacionados con la pasivación de los electrodos en el experimento número 6, de forma similar a lo encontrado en otras investigaciones (Phu, 2025). Los coeficientes del modelo de potencias se determinaron en su forma no linealizada por el método de Newton-Raphson, obteniéndose lo siguiente:

$$Z_{modelo} = 10.713 \frac{\rho^{0.443} t^{0.481}}{x^{0.425}}$$

**Ecuación 4.** Modelo ajustado experimentalmente de remoción de SDT.

*Tabla 1. Diseño experimental y resultados.*

	$\rho$	$x$	$T$	$Z_{experimental}$	$Z_{modelo}$
1	0.833	3	10	17.721	18.765
2	2.500	3	10	28.383	30.532
3	0.833	9	10	12.430	11.767
4	2.500	9	10	22.317	19.146
5	0.833	3	20	24.156	26.194
6	2.222	3	16	36.781	36.335
7	0.833	9	20	15.990	16.425
8	2.500	9	20	23.039	26.725
9	0.833	5	15	15.226	18.359
10	2.500	5	15	25.516	29.871
11	1.667	3	15	34.755	31.008
12	1.667	9	15	21.076	19.444
13	1.667	5	10	21.789	20.535
14	1.667	5	20	34.533	28.665
15	1.667	5	15	25.171	24.959

Los coeficientes del modelo indican que  $\rho$  y  $t$  incrementan la remoción de SDT, mientras que  $x$  la reduce, mostrando una relación inversa. La validación del modelo se aprecia en la gráfica de valores de predicción vs experimentales (Figura 1) que mostró un  $R^2=0.8349$ , explicando el 83.49% de la variabilidad de los datos. La pendiente de la recta de tendencia es cercana a 1 y el intercepto es próximo a cero lo que confirma la precisión del modelo sin un sesgo significativo, esto es comparable a los modelos cuadráticos usados en otros análisis similares (Singh, 2022). El modelo de potencias es efectivo y estable, con una simplicidad que facilita su aplicación en zonas desconocidas. Los resultados evidencian que la EC es una tecnología prometedora para tratamiento de agua en comunidades con recursos limitados.

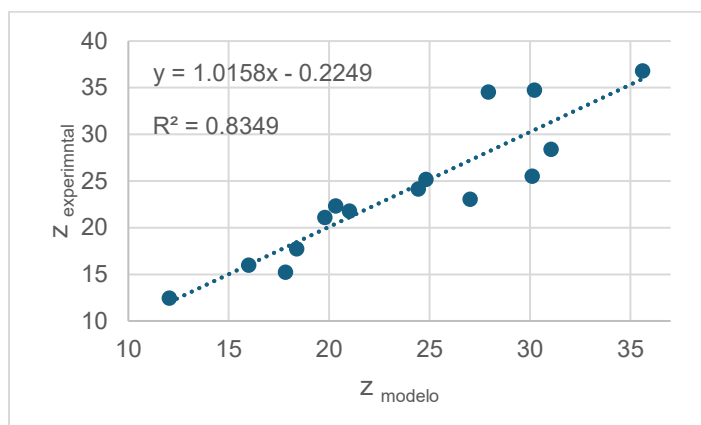


Figura 1. Validación del modelo: valores predichos vs experimentales.

## Agradecimientos

Al laboratorio de Calidad del Agua de la Facultad de Ingeniería Campus Arteaga de la Universidad Autónoma de Coahuila.

## Bibliografía

Phu, T. K. (2025). Recent progress in highly effective electrocoagulation-coupled systems for advanced wastewater treatment. *iScience*, 28, 111965. doi:<https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.111965>

Singh, D. S. (2022). Modeling and optimization of electrocoagulation process for removal of Cr(VI) and total suspended solids from tannery effluent. *Desalination and Water Treatment*, 278, 93-101. doi:[10.5004/dwt.2022.29010](https://doi.org/10.5004/dwt.2022.29010).



## RESIDUOS PLÁSTICOS COMERCIALES EN MEXICALI: ESTRATEGIA LOCAL PARA REDUCIR CONTAMINACIÓN MEDIANTE SU APLICACIÓN EN CONCRETOS SUSTENTABLES

Arias J.<sup>1</sup>, Gutiérrez M.<sup>1</sup> y Calderón J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California

Autor de correspondencia: *Jhovanny Arias*, [Jhovanny.arias@uabc.edu.mx](mailto:Jhovanny.arias@uabc.edu.mx)

Palabras claves: Mexicali, plásticos, PET, HDPE, concreto sustentable.

### Resumen

La contaminación por plásticos constituye una de las problemáticas ambientales más urgentes del siglo XXI, especialmente en ciudades fronterizas como Mexicali, donde la generación de residuos sólidos urbanos ha incrementado de manera sostenida. Dentro de esta fracción, los plásticos provenientes del sector comercial representan un volumen significativo, particularmente el polietileno tereftalato (PET) de botellas y empaques de bebidas, y el polietileno de alta densidad (HDPE) presente en bolsas, contenedores y envolturas. Estos materiales, al no recibir un tratamiento adecuado, suelen acumularse en rellenos sanitarios o tiraderos clandestinos, contribuyendo a la contaminación del suelo, el aire y cuerpos de agua, además de favorecer la dispersión de microplásticos con impactos directos en la salud humana y ambiental.

Ante este panorama, surge la necesidad de implementar estrategias locales de valorización que permitan transformar este tipo de residuos en insumos útiles para la sociedad. La industria de la construcción, altamente relevante en Mexicali, se presenta como una alternativa viable para aprovechar plásticos reciclados en forma de agregados. Estudios previos señalan que la incorporación de PET y HDPE como sustitutos parciales del agregado fino en mezclas de concreto no solo reduce la demanda de áridos naturales, sino que también representa una medida eficaz para disminuir la disposición de plásticos comerciales en el ambiente.

En este trabajo se analizan estimaciones de generación de residuos plásticos en locales comerciales de Mexicali y su integración en concretos sustentables. Se proyecta que la sustitución del 5% de arena por PET o HDPE en un metro cúbico de concreto permitiría reutilizar una estimación considerable de plástico reciclado. Aplicado a una planta concretera típica de la ciudad, con producción semanal cercana a 500 m<sup>3</sup>, esta práctica equivaldría a valorizar toneladas de residuos plásticos mensualmente. Dichas cifras muestran que existe un potencial real para establecer un vínculo entre la gestión de residuos comerciales y el sector de la construcción.



Los resultados resaltan la viabilidad técnica y ambiental de esta propuesta, al tiempo que promueven la economía circular y contribuyen a una construcción más sostenible en la región. En consecuencia, Mexicali podría posicionarse como un referente en la integración de plásticos reciclados en materiales de construcción, avanzando hacia un modelo urbano más resiliente y responsable con el medio ambiente.

## Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación (SEHICITI) por su apoyo y fomento a la investigación, brindando espacios de difusión académica que fortalecen el desarrollo científico y tecnológico en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

## Bibliografía

Shukur, M. H., et al. (2023). Mechanical properties of concrete using different types of recycled plastic as an aggregate replacement. *Cogent Engineering*, 10, 2243735.

Figueiredo, F., et al. (2022). Concrete with partial replacement of natural aggregate by PET aggregate—An exploratory study about the influence in the compressive strength. *AIMS Materials Science*, 9(2), 172–183.

GARDUÑO-PALOMINO, Karla, OJEDA-BENÍTEZ, Sara, & ARMIJO DE VEGA, Carolina. (2012). Caracterización de residuos sólidos generados por el sector comercial de Mexicali, B. C.. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(Supl. 1), 21-27.



## CONCRETO SUSTENTABLE INCORPORANDO PLÁSTICO HDPE, UN ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO GENERAL

Gutiérrez-Moreno J.M.<sup>1</sup>, Soriano-Ruelas M.E.<sup>1</sup> y Valenzuela-Bojórquez J.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.

Autor de correspondencia: *Soriano-Ruelas M.E. erubey.soriano@uabc.edu.mx*

Palabras claves: Concreto sostenible, HDPE, resistencia del concreto.

### Resumen

Después del agua, el concreto es la sustancia más utilizada en el mundo, y su demanda global en la industria de la construcción crece cada año. Para su producción se requieren diferentes materias primas no renovables, uno de ellos es los agregados pétreos. Por otro lado, existe una problemática ambiental en el manejo de residuos sólidos urbanos, en particular, el reciclaje de plásticos es algo preocupante porque muchos de ellos son de un solo uso, pero principalmente porque la tasa de reciclaje es tan baja como 10% y el tiempo en que tardan en degradarse en el ambiente llega hasta los 500 años. En respuesta a estas problemáticas, y durante los últimos cinco años, se ha investigado cada vez más el impacto en la incorporación de diferentes tipos de plásticos en mezclas de concreto hidráulico. El presente estudio identifica cuál es el porcentaje de reemplazo del plástico del polietileno de alta densidad (HDPE) por agregado fino que presenta mejor desempeño.

La metodología considera una revisión de literatura para la selección de porcentajes de reemplazo, entregando un total de ocho mezclas, las cuales difieren en la cantidad de incorporación de arena natural por plástico HDPE, siendo M1 (0% de reemplazo), M2 (2.5% de reemplazo), M3 (5%), M4 (7.5%), M5 (10%), M6 (15%), M7 (20%) y M8 (30%). Se elaboraron un total de 64 especímenes, distribuidos en 4 cilindros y 4 vigas prismáticas por cada tipo de mezcla o porcentaje de reemplazo señalado. Se aplican las normativas vigentes para control de calidad de agregados y concreto en estado fresco y endurecido. El producto con reemplazo parcial fue denominado HDPE-concrete, y se discuten los principales hallazgos de su desempeño.

Se encontró que los porcentajes de reemplazo con mejor desempeño fueron 5% en resistencia a la compresión y 7.5% en resistencia a la flexión, este último en particular tuvo mayor ductilidad que se traduce en una deflexión tardía, así mismo se recomienda tener cuidado durante el vibrado para evitar la segregación y flotación del plástico HDPE en el concreto debido a su menor densidad respecto a otros ingredientes del concreto. Se concluye que la incorporación del HDPE en los porcentajes de reemplazo identificados representa un concreto con un comportamiento incluso superior a la mezcla de control (M1 o con 0% de reemplazo), y a la vez es una práctica sustentable para la industria de la construcción.



## Agradecimientos

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), México.

## Bibliografía

Abeysinghe, S., Gunasekara, C., Bandara, C., Nguyen, K., Dissanayake, R., & Mendis, P. (2021). Engineering Performance of Concrete Incorporated with Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)—A Systematic Review. *Polymers* 2021, Vol. 13, Page 1885, 13(11), 1885. <https://doi.org/10.3390/POLYM13111885>

Fuentes, N., Jiménez, K., Otero Añez, R., & Uzuriaga Wilfrido. (2021). Aprovechamiento sostenible de residuos poliméricos como agregados del concreto: una revisión. *Interciencia*, 46(6), 240-247.

PlasticsEurope (2023). An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. Retrieved 2025, sep 21 from: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>



## MEMBRANAS POLIMÉRICAS A BASE DE PVA PARA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AGUA.

Juárez-Sánchez, I.A.<sup>1</sup>, Andrade-Guel, M.L.<sup>1</sup>, Muñiz-Valdez, C.R.<sup>1</sup>, Galindo-Valdés, J.S.<sup>1</sup>, Jiménez-Navarro, O.A.<sup>1</sup>, Rodríguez-Rosales, N.A.<sup>2</sup>, García-Amador, P.M.<sup>1</sup>, Jiménez-Padilla, S.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Saltillo, Tecnológico Nacional de México

Autor de correspondencia: Juárez-Sánchez I., [llsy.juarez@uadec.edu.mx](mailto:llsy.juarez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: arsénico; contaminación; materiales sostenibles.

### Resumen

La contaminación del agua en la región de Laguna en México, conformada por cinco municipios: 3 del estado de Coahuila y 2 del estado de Durango, se ha vuelto una grave problemática. Esto se debe a la sobre explotación del suelo para encontrar agua, la cual nos ha llevado a liberar contaminantes como los metales pesados al medio ambiente. La presente investigación se centra en la contaminación del agua por metales pesados precisamente por el arsénico, según la norma NOM-127-SSA1-2021 establecida por la Organización Mundial de la Salud el nivel permitido de arsénico es de 0.01mg/L, en un estudio de CONAGUA realizado en 2022 se puede observar que el nivel más alto registrado fue en Matamoros Coahuila de 0.096 mg/L, es por eso que se propone la importancia de desarrollar materiales sostenibles (membranas) para la eliminación de contaminantes en el agua.

El desarrollo de membranas a base de alcohol polivinílico (PVA) amigables con el medio ambiente permitirá dar una solución a la remoción de arsénico en agua y mejorar la calidad del agua de la región laguna. La investigación se enfoca en una revisión bibliográfica del panorama actual de las membranas a base de PVA para la eliminación de contaminantes como el arsénico, la parte experimental que se realizará en el proyecto sigue la metodología de mezclado en solución la cual se llevará a cabo en diferentes vasos de precipitado en donde se colocan 20 mL de agua con 2 gr. de polímero (PVA) se somete a agitación y calentamiento por 65 min a 40° después se colocaran diferentes concentraciones de nanopartículas de ZrO<sub>2</sub> empezando con .005, .010, 0.015, 0.02 y 0.04 gr estas nuevas mezclas se pasan a un baño de ultrasonido por 40 minutos, las muestras se pasan a cajas petriles donde posteriormente se secará a temperatura ambiente esperando 24 horas, para finalizar se desprenderá la membrana y se almacenaran para su caracterización mediante espectroscopia infrarroja, difracción de rayos X, análisis termogravimétrico, microscopía electrónica de barrido, esperando obtener membranas con porosidades homogéneas y resistentes esto con la finalidad de hacer una evaluación de adsorción de arsénico en solución acuosa.



## Agradecimientos

Agradezco a la facultad de Ingeniería y al departamento de postgrado por el apoyo brindado para este trabajo, a mis asesores de tesis la Dra. Marlén Andrade Guel y el Dr. Carlos Rodrigo Muñiz por su paciencia y guía en este tiempo.

## Bibliografía

Mohan, S., & Pittman, C (2007). Arsénico en el agua subterránea: impacto en la salud pública. *Water Research*, 41(2).

Organización Mundial de la Salud (2017). Directrices para la calidad del agua potable: Metales pesados y sus efectos de salud.

Vargas, E., et al. (2018). La contaminación por metales pesados en cuerpos de agua en la región minera Cajamarca, Perú. *Revista de Geografía y Ciencias sociales*



## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON VETIVER (*CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES*) PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN NUEVA ROSITA, COAHUILA

Castillo-Rodríguez L.R.<sup>1</sup>, Materano-Escalona L.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Luis Rodrigo Castillo Rodríguez*,  
*rodrigo-castillo@uadec.edu.mx*

Palabras claves: tratamiento, aguas residuales, humedal.

### Resumen

Las aguas residuales generadas por actividades industriales, agrícolas, ganaderos, comerciales y domésticas contienen una amplia gama de contaminantes orgánicos e inorgánicos que representan un riesgo significativo para los ecosistemas. Frente a esta problemática el tratamiento adecuado de dichas aguas se vuelve crucial para permitir su reutilización o una descarga más segura al medio ambiente. En este contexto, se está iniciando un proyecto piloto en una zona urbana de la ciudad de Nueva Rosita, Coahuila, orientado al saneamiento ecológico de aguas residuales domésticas. El proyecto propone el diseño de un humedal artificial de flujo superficial horizontal, utilizando como material vegetal una especie no endémica de la región, vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), reconocida por su alta eficiencia en el proceso de fitorremediación, sostenibilidad y bajo costo operativo.

Este modelo aún se encuentra en fase de desarrollo e instalación, por lo que no se cuenta con resultados experimentales. Sin embargo, se plantea como hipótesis que el sistema será capaz de tratar entre 150 y 300 L de aguas residuales por día, lo que lo hará adaptable a viviendas rurales, escuelas, laboratorios de campo o centros comunitarios. El diseño contempla un estanque cubierto con una bio-membrana rellena con arena gruesa como medio filtrante y una cubierta vegetal de vetiver estratégicamente dispuesta para maximizar la interacción entre raíces y agua residual. El protocolo experimental incluye un esquema de muestreo semanal en puntos de entrada y salida del humedal, con el objetivo de evaluar la eficiencia del sistema en la remoción de contaminantes. Los resultados esperados permitirán validar la hipótesis y ajustar el diseño para futuras aplicaciones. Además, el modelo es concebido como replicable en otras regiones con condiciones similares. Y abre la posibilidad de experimentar el uso de otras especies vegetales con propiedades fitorremediadoras de la región. Este proyecto en curso representa una propuesta innovadora y sostenible para el tratamiento descentralizado de aguas residuales, integrando ciencia aplicada, ecología y educación ambiental en favor de la salud ambiental y el desarrollo sostenible. Su implementación busca generar evidencia



técnica que respalden su viabilidad como solución replicable en contextos urbanos y rurales.

## Agradecimientos

Un agradecimiento especial a la Universidad Autónoma de Coahuila, al Centro de Geociencias Aplicadas, a Vetiver México, a la Dra. Lisbett Materano por su asesoría, y al Lic. Oliver Xala por la donación de vetiver y apoyo técnico.

## Bibliografía

Ramírez Cadavid, J. D. (2015). Evaluación de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y la elefanta (*Pennisetum purpureum*) en el diseño de humedales artificiales. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11407/2175>.

Wu, H., Zhang, J., Ngo, H. H., Guo, W., Hu, Z., Liang, S., Fan, J., & Liu, H. (2014). A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment: Design and operation. *Bioresource Technology*, 175, 594–601.

Zurita-Martínez, F., & Sandoval-Herazo, L. C. (2024). La tecnología de los humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. *Tendencias En energías Renovables Y Sustentabilidad*, 3(1), 6–10. <https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.186>.



## DESARROLLO DE MEMBRANAS IÓNICAS A PARTIR DE HIPS Y ABS MODIFICADOS MEDIANTE IRRADIACIÓN GAMMA

Sánchez-Hiza J.C.<sup>1</sup>, Benavides R.<sup>1</sup>, Morales-Acosta D.<sup>1</sup>, Francisco-Vieira L.<sup>2</sup>, Luna-Zaragoza D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)

Autor de correspondencia: R. Benavides; [roberto.benavides@ciqa.edu.mx](mailto:roberto.benavides@ciqa.edu.mx)

Palabras claves: ionómero, casting, membrana iónica, radiación gamma

### Resumen

A medida que los recursos naturales se agotan a un ritmo acelerado y los costos asociados aumentan, el mundo requiere nuevas soluciones en el desarrollo de sistemas que ofrezcan alternativas energéticas (Olvera et al. 2021). Un medio prometedor para la generación de energía limpia son los sistemas electroquímicos como las celdas de combustible, que involucran el uso de membranas iónicas.

En los últimos años se han explorado diversos enfoques para el desarrollo de membranas iónicas como la modificación de películas poliméricas previamente irradiadas con rayos gamma (Lee et al. 2013). Este enfoque permite obtener membranas de manera directa sin necesidad de realizar complejas modificaciones químicas, además de reducir significativamente el uso de solventes orgánicos durante la preparación, promoviendo la obtención de membranas con excelentes propiedades iónicas sin comprometer las propiedades mecánicas. En este método las películas irradiadas se sumergen en una solución compuesta por un solvente, no solvente y un agente sulfonante (Kim et al. 2011). Los sitios activos generados en la matriz polimérica, particularmente en los anillos aromáticos de la película a consecuencia de la irradiación gamma, reaccionan con el agente sulfonante y facilitan así la formación de canales iónicos a lo largo de la membrana. Esta metodología resulta especialmente prometedora en materiales poliméricos de amplio uso y con alto contenido de estireno, como HIPS y ABS, convirtiéndose en una alternativa atractiva para el desarrollo de nuevas membranas iónicas.

En el presente trabajo se transformaron dos resinas comerciales, HIPS y ABS, mediante extrusión plana, para la obtención de películas con espesor homogéneo, y por *casting* (evaporación), empleando la técnica Doctor Blade para obtener espesores uniformes. Estas películas fueron posteriormente irradiadas en un irradiador industrial JS-6500 AECL con fuente de <sup>60</sup>Co (ININ) a una dosis de 75 kGy y atmosfera de argón, con el fin de activar los anillos aromáticos en la matriz polimérica. Una vez activadas, las películas se sumergieron en un recipiente con una solución solvente/no solvente (1.2-Dicloroetano/Metanol 1:4 v/v) y un agente sulfonante para inducir la modificación química.



Las membranas iónicas obtenidas fueron caracterizadas mediante FTIR, RMN  $^1\text{H}$  y TGA con el objetivo de correlacionar el grado de modificación del material.

Los resultados en los espectros de FTIR evidenciaron la presencia de bandas poco intensas asociadas a los grupos sulfónicos injertados en el material. Además, se observaron ligeras variaciones en la intensidad de las señales de RMN  $^1\text{H}$ , más notorias en las películas irradiadas y obtenidas por extrusión plana, siendo las señales correspondientes al hule (polibutadieno) disminuidas considerablemente. Por su parte, los análisis de TGA revelaron pequeñas pérdidas vinculadas a los grupos sulfónicos en el intervalo de 150-250°C. En conjunto, estos hallazgos indican que las membranas iónicas obtenidas alcanzaron un grado de modificación moderado, lo que permitió una ligera funcionalización con grupos sulfónicos en ambos materiales, HIPS y ABS. No obstante, para aplicaciones electroquímicas será necesario incrementar dicho grado de modificación con el fin de potencializar su nivel de funcionalización.

## Agradecimientos

Agradecemos sinceramente a todas las personas que participaron en este trabajo. Asimismo, reconocemos el apoyo recibido a través de la beca de doctorado 806632 del CONACYT-SECIHTI, así como la colaboración de los centros de investigación CIQA e ININ.

## Bibliografía

Kim, Yong-Tae, Noh-Seok Kwak, Choul-Ho Lee, Chang-Soo Jin, and Taek-Sung Hwang. 2011. "Preparation and Properties of Sulfonated High Impact Polystyrene(HIPS) Cation Exchange Membrane Via Sulfonation." *Korean Chemical Engineering Research* 49(2):211–17. doi:10.9713/kcer.2011.49.2.211.

Lee, Sun-Young, Ju-Myung Song, Joon-Yong Sohn, Yong-Gun Shul, and Junhwa Shin. 2013. "Radiation-Induced Crosslinking of Poly(Styrene–Butadiene–Styrene) Block Copolymers and Their Sulfonation." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 316:71–75. doi:10.1016/j.nimb.2013.08.038.

Olvera, Lilian I., Eugenia Aldeco-Pérez, Arturo Rico-Zavala, Luis G. Arriaga, José A. Ávila-Niño, Jorge Cárdenas, Rubén Gaviño, Karina S. Pérez, and Victor H. Lara. 2021. "High Thermomechanical Stability and Ion-Conductivity of Anion Exchange Membranes Based on Quaternized Modified Poly(Oxyndoleterphenylene)." *Polymer Testing* 95:107092. doi:10.1016/j.polymertesting.2021.107092.



## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REFORESTACIÓN DE ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO POR MEDIO DE DRONES

Hernández-Hernández, C. A.<sup>1,2</sup>, De la Rosa-Rodríguez, G.<sup>1</sup>, Enciso-Cárdenas, J.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC).

<sup>2</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Autor de correspondencia: *Hernández-Hernández, C. A., her\_arturo@uadec.edu.mx*

Palabras claves: restauración ecológica, drones, semillas peletizadas

### Resumen

México es un país ambientalmente deteriorado, con el 90.7% de su superficie en algún nivel de degradación. A pesar de los esfuerzos en la creación y robustecimiento de la legislación ambiental para la conservación y protección de los ecosistemas, las perturbaciones generadas por la actividad humana continúan y el nivel de afectación es tal que se requieren programas de restauración ecológica.

La restauración ecológica es un tema emergente en México, si bien se resalta su importancia, se han desarrollado escasos trabajos, probablemente debido a su carácter multidisciplinario y a lo complicado que resulta conjuntar acciones académicas, sociales, económicas y ambientales. Es en esta complejidad que la innovación tecnológica ha tomado acciones para apoyar la restauración ecológica en diferentes partes del mundo por medio del uso de drones y en respuesta a diferentes catástrofes ambientales, por ejemplo: Australia, Canadá y Estados Unidos son países que han implementado la dispersión de semillas forestales en respuesta a las afectaciones por grandes incendios forestales; Myanmar y los Emiratos Árabes Unidos han hecho, por su parte, dispersión de semillas de manglares para en respuesta a la erosión costera.

Para el desarrollo de la propuesta metodológica se contemplan tres etapas principales en la restauración ecológica: 1) la evaluación y el monitoreo de las variables climatológicas por medio de sistemas de información geográfica -si bien la reforestación y recuperación de masas forestales es lo que nos interesa, éstas deben estar soportadas por el ecosistema- y con ello determinar los sitios prioritarios de restauración. 2) La evaluación del sitio a restaurar, poniendo especial énfasis a las características físicas y geográficas, las especies arbóreas que eran dominantes y predominantes, así como la fenología de las mismas (dormancia de las semillas, capacidades adaptativas, necesidades propias de la especie) y, finalmente 3) El proceso de peletizado y dispersión por medio de drones; si bien la peletización de semillas forestales se realiza para aumentar las probabilidades de germinación, hay que poner especial atención en el sustrato a utilizar, su dureza y capacidad de absorción hídrica; por otro lado, la selección de sitios remotos que cumplan con la accesibilidad -aunque limitada- para la instalación del equipo necesario para la dispersión de semillas peletizadas con el uso de drones.



Los resultados esperados son generar registros de evaluación y monitoreo de sitios remotos por medio de sistemas de información geográfica -enfocándose en las variables meteorológicas que permitan el desarrollo de las plantas-; realizar una guía de suelos y necesidades nutritivas de las semillas para poder determinar si la restauración ecológica es viable o no y, finalmente una vez hecha la dispersión, el resultado esperado es tener una mayor probabilidad de germinación de semillas forestales -con ayuda de pelets de sustrato enriquecido- para acelerar el proceso de sucesión vegetal y restauración ecológica.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al comité organizador del II Congreso de Ciencia, Tecnología, Academia y Humanidades en promover la divulgación de proyectos que contribuyen en el desarrollo social y restauración ecológica en zonas vulnerables en México.

## Bibliografía

Dainelli, R.; Toscano, P.; Di Gennaro, S.F.; Matese, A. (2021). Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles Forest Remote Sensing—A Systematic Review. Part II: Research Applications. *Forests* 2021, 12, 397

Orozco-Hernández, M. E. y Maria E. V. P. (2011). Incendios Forestales y degradación de los ecosistemas terrestres: impactos locales y emisiones globales. Exploración de la situación en el estado de México. *Revista Geográfica de América Central*, Julio 2011.

Scott, A.C. (2009). Forest fire in the fossil record. En: A. Cerda y P.R. Robichaud (Eds), *Fire effects on soil and restoration strategies*. Science Publishers, pp. 1-37.



## TRATAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO MEDIANTE PLASMA JET: UN AVANCE PARA LA REMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Alonso Montemayor F.J.<sup>1</sup>, Martínez Hernández L.F.<sup>2</sup>, Neira Velázquez M.G.<sup>1</sup> y Soria Argüello G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Macromolecular y Nanotecnología, Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Soria Argüello G. gustavo.soria@ciqa.edu.mx*

Palabras claves: interacciones plasma-líquido, remediación ambiental, colorante textil.

### Resumen

El azul de metileno es un colorante catiónico ampliamente usado en la industria textil, papelera y farmacéutica, cuyo vertido a cuerpos de agua representa un serio problema ambiental debido a su persistencia, toxicidad y dificultad de degradación. En este sentido, el uso de plasma jet atmosférico de aire surge como una alternativa potencial, innovadora y sostenible para la eliminación de colorantes textiles presentes en agua debido a que es capaz de generar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (RONS).

Se elaboró una curva de calibración por espectrofotometría UV-Vis para determinar la máxima concentración medible de azul de metileno en solución acuosa. A partir de esta concentración límite, se preparó por quintuplicado la solución a tratar y se expuso al jet de plasma de aire bajo condiciones controladas (1 h de exposición al plasma, flujo de aire de 20 L/min, voltaje de 70 V, corriente de 2.28 A, boquilla centrada y posicionada a 6.4 cm de la base del recipiente con la solución a tratar). Una vez alcanzado el tiempo de exposición al plasma, la solución tratada se dejó reposar 1 h para permitir la actuación de posibles RONS remanentes y se evaluó la concentración residual de azul de metileno mediante UV-Vis, pH, conductividad, temperatura, potencial de óxido-reducción (ORP) y sólidos disueltos totales (TDS). Para analizar la significancia de los resultados se utilizó un ANOVA de una sola vía programado en Excel, considerando un diseño con factor y repeticiones fijas, verificación de normalidad, homocedasticidad e independencia de errores. Se aplicó además el método de Mínima Diferencia Significativa (LSD) para la comparación de la media del tratamiento con la del blanco.

Tras el tratamiento con plasma jet, se observó una disminución significativa ( $p < 0.05$ ) de la absorbancia asociada al azul de metileno, con respecto de la concentración inicial previa al tratamiento. El pH mostró una disminución, indicando la acidificación de la solución, mientras que la conductividad y el ORP aumentaron, sugiriendo la generación de especies químicas oxidantes. La temperatura de la solución también aumento de forma considerable, lo que explica la disminución del volumen de la solución debido a la



evaporación. Por otra parte, el análisis estadístico indica que los TDS no se vieron afectados por el tratamiento.

Este trabajo demuestra que el plasma jet atmosférico de aire es una tecnología eficaz para la degradación de azul de metileno en solución acuosa bajo las condiciones evaluadas. Además de la reducción de la concentración del colorante, los cambios en los parámetros fisicoquímicos señalan la acción de mecanismos químicos eliminación parcial del colorante. El análisis estadístico respalda la confiabilidad de los resultados, confirmando la reproducibilidad del proceso.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la SECIHTI por la beca (859503) otorgada al primer autor para realizar su estancia postdoctoral mediante el proyecto BP-PM-20250509050713605-11139917 y al Departamento de Química Macromolecular y Nanotecnología del CIQA por brindar las instalaciones e instrumentos necesarios.

## Bibliografía

- García, M.C., Mora, M., Esquivel, D., Foster, J. E., Rodero, A., Jiménez-Sanchidrián, C., Romero-Salguero, F.J. (2017). Microwave atmospheric pressure plasma jets for wastewater treatment: Degradation of methylene blue as a model dye. *Chemosphere*, 180, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.03.126>
- Kooshki, S., Pareek, P., Janda, M., Machala, Z. (2024). Selective reactive oxygen and nitrogen species production in plasma-activated water via dielectric barrier discharge reactor: An innovative method for tuning and its impact on dye degradation. *Journal of Water Process Engineering*, 63, 105477. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105477>
- Mohammed, S.A., Al-Khazrajy, O.S.A., Abdalh, M., Aadim, K.A., Al-Mamari, A., Al-Owaisi, H., Yousif, E. (2023). Removal of dyes from aqueous solutions using non-thermal plasma. *Environmental Processes*, 10, 63. <https://doi.org/10.1007/s40710-023-00677-0>



## ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ACUÍFEROS EN CONTACTO CON MANTOS DE CARBÓN Y POR DEBAJO DE PATIOS DE CARBÓN

Amezcuca Campos E.O.<sup>1</sup>, Martínez Carrillo D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Oswaldo Amezcuca Campos*,  
*oswaldo.amezcua@uadec.edu.mx*

Palabras claves: acuífero, contaminación, carbón.

### Resumen

El proyecto contempla un estudio Hidrogeológico de una zona de la Región Carbonífera ubicada en el Municipio de San Juan de Sabinas, Coahuila, en específico de la Cuenca Sabinas, con la finalidad de caracterizar los acuíferos existentes, definiendo la calidad del agua de los acuíferos que se encuentran en contacto con mantos de carbón, así como, evaluar la calidad de agua de un acuífero superior que se encuentre por debajo de un patio de ceniza, con la finalidad de poder comparar y definir posibles variaciones en la calidad del agua subterránea y su posible afectación de manera indirecta y directa, definiendo si existen cambios en la calidad del agua cuando se encuentra en contacto en un manto de carbón o si presentan afectaciones por lixiviados en un patio de ceniza, basado en los resultados de la zona de estudio.

El proyecto contempla varias actividades, las cuales son; la recopilación, consulta y análisis de información técnica antecedente; reconocimiento del sitio (caminamientos, censo de obras hidráulicas, identificación de pozos, norias, manantiales, obras de captación y de abastecimiento, represas, cuerpos de agua, etc.), establecimiento de las redes de monitoreo de acuífero y de la presencia de agua en la Fm Olmos, piezometría, ejecución de pruebas de funcionalidad de piezómetros, análisis de pruebas de permeabilidad y caudales de infiltración, recolección y toma de muestras de agua subterránea mediante pozos y piezómetros existentes para definir la calidad de la zona de estudio (Figura 2).

Con los datos recopilados y la información obtenida, construir el modelo conceptual hidrogeológico, realizar el monitoreo multinivel de los pozos y piezómetros existentes, determinar la firma geoquímica y trazadores de cada fuente potencial (estrato de carbón vs. lixiviados de cenizas), evaluar la movilidad de contaminantes clave y su riesgo frente a normas (p. ej., NOM-127-SSA1 para agua potable y valores guía OMS).

Referente a la calidad de agua del acuífero superior, dependerá de la estación del año su calidad, debido a que en temporada de lluvias el agua suele bajar de las sierras cercanas con energías altas lo cual ayuda a mejorar la calidad del agua que se infiltra, sin embargo,



deja una gran remoción en los sólidos disueltos. Si la calidad del agua no es apta para consumo humano por contener concentraciones bacteriológicas altas, un tratamiento primario podría mejorar su calidad para ser utilizado en la agricultura y ganadería.

La calidad del agua que se encuentra en contacto con los mantos de carbón dependerá del tipo de carbón en el que se encuentre, la cantidad de agua y el tipo de flujo existente, así mismo, es posible que se lleguen a encontrar presencia de algunos metales en el agua, sin embargo, la concentración de metales disueltos puede o no ser significativa para definir si el agua se encuentra contaminada.

Con los resultados, se caracterizará y realizará un modelo geohidrológico conceptual (Figura 3), así como, comparar y analizar las diferencias de la calidad de agua, subterránea de un acuífero superior cercano a un patio de ceniza a un acuífero que se encuentra sobre mantos de carbón, y la calidad de agua de un acuífero inferior que se encuentra cercano a un patio de ceniza, para evaluar su calidad de agua y así, identificar si existen elementos en el carbón que pudieran alterar la calidad del agua.



Figura 2. Trabajos de campo.



Figura 3. Hidrología de la zona de la zona de estudio y su entorno.

### Agradecimientos

Agradezco a mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión en los momentos de mayor esfuerzo y por motivarme a seguir adelante aun en circunstancias difíciles.



A mi asesor de tesis, al Dr. Diego Martínez Carrillo, por su guía, paciencia y valiosas aportaciones científicas, así como, al Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, que hicieron posible esta investigación, por brindar el acceso a infraestructura, equipo y apoyo logístico.

## **Bibliografía**

Asociación Colombiana de Minería. (2017). El agua en grandes operaciones de carbón. Blog de la Asociación Colombiana de Minería.

Jiménez, J. C., & Chaparro, M. A. (2015). Geoquímica del agua asociada a mantos de carbón de la Formación Guaduas en la cuenca de Bogotá. Universidad Industrial de Santander.

Secretaría de Salud. (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.



## EVALUACIÓN DE UNA REMEDIACIÓN AMBIENTAL PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE COMUNITARIO

Elizondo-Castellanos S.A.<sup>1</sup>, Martínez-Carrillo D.<sup>1</sup>, Sierra-Gómez U.A.<sup>2</sup>, Enciso Cárdenas J.J.<sup>1</sup> y Ortiz-Cuellar J.C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, SECIHTI.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Diego Martínez Carrillo*, [diegomartinez@uadec.edu.mx](mailto:diegomartinez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: remediación, agua, filtración, evaporación minera.

### Resumen

San Juan de Sabinas se localiza en la Región Carbonífera de Coahuila. La minería a cielo abierto, particularmente la extracción de carbón ha generado tajos que, al llenarse con agua pluvial y escurrimientos, se convierten en cuerpos de agua artificiales con características químicas adversas. Estos tajos representan tanto un riesgo ambiental como una oportunidad de aprovechamiento hídrico si se aplican tecnologías de tratamiento adecuadas (Hammond, D. S., 2013). El agua acumulada en tajos constituye un pasivo ambiental con riesgos de contaminación y desaprovechamiento de un recurso escaso. Presentando altos niveles de sólidos disueltos totales (TDS) y conductividad eléctrica elevada. Estas condiciones impiden su uso directo en actividades agrícolas, ganaderas o de consumo humano, y generan riesgos de infiltración hacia acuíferos locales. El objetivo principal de este trabajo es evaluar la viabilidad técnica del tratamiento de agua contaminada en un tajo minero en San Juan de Sabinas, Coahuila. El agua acumulada en tajos mineros constituye un foco de contaminación potencial para suelos y acuíferos. Su tratamiento sustentable permitirá reducir la carga de contaminantes, prevenir procesos de lixiviación y mitigar los efectos negativos sobre los ecosistemas locales (Johnson & Hallberg, 2005).

La metodología utilizada fue recolección de muestras en campo, caracterización química de metales pesados en el agua, utilización de materiales rocosos de la zona para la elaboración de un filtro de arena, pruebas de filtración y pruebas de evaporación. Las variables de respuesta son el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos totales.

Los resultados hasta el momento (12 pruebas consecutivas documentadas) muestran que no hay presencia de metales pesados como Fe, Pb, As, Cd, Al y Zn, del magnesio se encontró una concentración de 43ppm, lo que no causa problema alguno, además presenta una concentración de 5618.75mg/L de sólidos totales. Se escogió como material para el filtro una roca caliza que se encuentra en abundancia en la zona del tajo y cuenta con propiedades mecánicas adecuadas para su trituración; la roca triturada y pulverizada del filtro quedó en un rango de -1mm a +45 micras. El promedio del pH del agua antes y

después de las pruebas de filtrado fue de 8.12 a 7.72, respectivamente, y al comparar su conductividad eléctrica promedio inicial de 6.68 mS al promedio final de 6.62, esto indica una disminución de sólidos disueltos que posiblemente precipitaron y quedaron atrapados en el filtro. También se evaluó la cinética del flujo volumétrico filtrado que fue logarítmico iniciando con 9.08lts/h y estancándose en 2.06lts/h en promedio.

La prueba de evaporación evidenció que al 30% de pérdida del volumen inició la precipitación de sólidos disueltos, depositándose preferencialmente sobre la caliza como se muestra en la Figura 4.

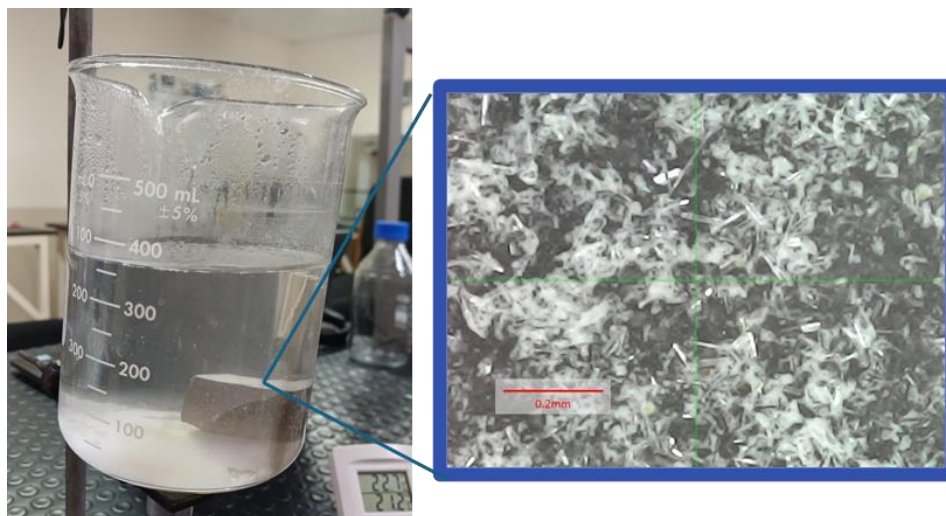


Figura 4. (izq) Prueba de evaporación del agua de tajo y (der) fotografía de la superficie de la caliza donde se depositaron los sólidos disueltos.

Hasta el momento se concluye que la combinación de la evaporación y filtración del agua contribuirán a la disminución de sólidos totales.

## Agradecimientos

Se agradece a la UAdeC y al CIGA por las facilidades de realizar esta investigación. También se agradece al SECIHTI por la beca otorgada para el desarrollo de este proyecto.

## Bibliografía

Hammond, D. S., Rosales, J., & Ouboter, P. E. (2013). Gestión del impacto de la explotación minera a cielo abierto sobre el agua dulce en América Latina. Nota Técnica IDB-TN-520. Banco Interamericano de Desarrollo, Unidad de Salvaguardias Ambientales.

Johnson, D. Barrie & Hallberg, Kevin B. (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. Science of the Total Environment, 338(1-2), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.09.002>.



## REMOCIÓN DE MICROPLÁSTICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) EN UNA MATRIZ ACUOSA MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PH, LA DENSIDAD DE CORRIENTE Y LA CONCENTRACIÓN INICIAL

Cruz-Serrato A. R.<sup>1</sup>, Reynoso-Cuevas L.<sup>2</sup>, Martínez-Gómez V. J.<sup>3</sup>, Herrera-Mendoza R.<sup>4</sup>  
Morales-Amaya C. G.<sup>4</sup>, Lozano-Morales S. A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Sustentable, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

<sup>2</sup>SECIHTI, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

<sup>3</sup>SECIHTI, Tecnológico Nacional de México/IT Durango, Maestría en Sistemas Ambientales, Departamento de química y bioquímica.

<sup>4</sup>Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA).

<sup>5</sup>SECIHTI, Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), Saltillo

Autor de correspondencia: S. A. Lozano Morales, [alejandro.lozano@ciqa.edu.mx](mailto:alejandro.lozano@ciqa.edu.mx)

Palabras claves: Remoción, Microplásticos, Electrocoagulación, Tratamiento de agua.

### Resumen

La electrocoagulación (EC) se ha consolidado como una tecnología emergente para la eliminación de contaminantes persistentes en matrices acuosas; en este estudio se evaluó su eficiencia para la remoción de microplásticos (MP) de polietileno de alta densidad (HDPE) en agua destilada, utilizando electrodos de aluminio y un diseño experimental Box–Behnken que consideró tres factores principales: pH (3, 7 y 11), densidad de corriente (5, 12.5 y 20 mA/cm<sup>2</sup>) y concentración inicial de MP (500, 1250 y 2000 mg/L), mientras que como variables de respuesta se analizaron la remoción gravimétrica corregida mediante la ecuación de Faraday y la reducción de turbidez; los resultados demostraron que la concentración inicial de MP fue el factor más influyente sobre la remoción ( $p < 0.05$ ), alcanzándose eficiencias superiores al 97% en condiciones de pH neutro y alta densidad de corriente, mientras que en condiciones extremas de acidez o alcalinidad la eficiencia disminuyó hasta 42%, lo que se atribuye a la formación de especies solubles de aluminio que reducen la coagulación.

Además, la interacción significativa entre la densidad de corriente y la concentración inicial ( $p = 0.03$ ) evidenció que el incremento de corriente es determinante únicamente a cargas elevadas de contaminante. Por otro lado, la turbidez mostró una correlación directa con la remoción gravimétrica, confirmando su utilidad como indicador indirecto de eficiencia en sistemas modelo. En conclusión, la EC demostró ser altamente efectiva para la clarificación de agua con microplásticos bajo condiciones optimizadas, aportando evidencia experimental sobre la importancia de las interacciones entre variables operativas y su relevancia para futuras aplicaciones en matrices más complejas.



## Agradecimientos

Un sincero agradecimiento al centro de investigación en química aplicada (CIQA), por proporcionar las instalaciones, recursos y acompañamiento necesarios para la realización de este proyecto. Se agradece profundamente la orientación y asesoría de los investigadores y técnicos involucrados en esta investigación.

## Bibliografía

Akarsu, C., Kumbur, H., & Kideys, A. E. (2021). Removal of microplastics from wastewater through electrocoagulation-electroflotation and membrane filtration processes. *Water Science and Technology*, 84(7), 1648–1662. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.356>

Hafez, O. M., Shoeib, M. A., El-Khateeb, M. A., Abdel-Shafy, H. I., & Youssef, A. O. (2018). Removal of scale forming species from cooling tower blowdown water by electrocoagulation using different electrodes. *Chemical Engineering Research and Design*, 136, 347–357. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.05.043>

Sezer, M., Isgoren, M., Veli, S., Topkaya, E., & Arslan, A. (2024). Removal of microplastics in food packaging industry wastewaters with electrocoagulation process: Optimization by Box-Behnken design. *Chemosphere*, 352, 141314. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141314>.



## SÍNTESIS DE BIOMATERIALES ANTIBACTERIALES, PARA SU POTENCIAL USO COMO IMPLANTES MÉDICOS

Guerrero-Almaguer F.G.<sup>1</sup>, Galindo-Valdés J.S.<sup>1</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>, Andrade-Guel M.L.<sup>1</sup>,  
Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Galindo-Valdés J.S.* [s\\_galindo@uadec.edu.mx](mailto:s_galindo@uadec.edu.mx)

Palabras claves: Biomateriales, Wollastonita, materiales antibacteriales, sol-gel, bioactividad.

### Resumen

Los dispositivos biomédicos son esenciales en la medicina moderna y se emplean diariamente en áreas como ortopedia, odontología y cirugía (Olmo et al, 2020). Sin embargo, uno de los mayores retos es la contaminación bacteriana en los implantes, la cual puede desencadenar infecciones graves. Si bien la cirugía moderna y las medidas preventivas han avanzado notablemente, las infecciones en prótesis ortopédicas siguen presentando tasas del 1-2%, con recurrencias cercanas al 33% después de cirugías de revisión (Narayana et al, 2019; Ben et al, 2018) Estas complicaciones no solo dañan el tejido circundante y provocan resorción ósea, sino que también elevan significativamente los costos médicos. Frente a este panorama, el desarrollo de biomateriales antibacteriales representa una estrategia innovadora para prevenir infecciones. Entre ellos, el uso de plata ha mostrado alta eficacia contra bacterias grampositivas y gramnegativas. Su acción se ejerce mediante la alteración de la pared celular, la interrupción de procesos metabólicos esenciales y la generación de estrés oxidativo. Gracias a estas acciones, la plata se convierte en un recurso valioso para mejorar la seguridad de los implantes médicos (Vallet-Regí et al, 2020).

Con el propósito de obtener materiales que sean biocompatibles y antibacteriales, en este trabajo se presenta la metodología de la síntesis de wollastonita dopada con plata ( $\text{Ca}_{1-x}\text{SiO}_2\text{Ag}_x$ ,  $x=0-10\%$  en peso) mediante la técnica sol-gel. Se emplearán como precursores nitrato de calcio tetrahidratado, nitrato de plata y TEOS. Las muestras serán sometidas a tratamientos térmicos entre 700 y 1100 °C durante 2 horas y posteriormente serán caracterizadas por Difracción de Rayos X (DRX), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Espectroscopía por dispersión de Energía (EDS) y Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR). Posteriormente las muestras serán sometidas al ensayo de Bioactividad in-vitro con base a la norma ISO 23317:2014(E), incubándose bajo condiciones fisiológicas de temperatura y pH durante periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Después de cumplir el tiempo de inmersión, las superficies de las muestras se caracterizarán por DRX, MEB, EDS, FTIR, y se analizarán los fluidos de los FFS mediante Espectroscopía de Emisión Atómica con plasma Acoplado Inductivamente (ICP).



## Agradecimientos

Se agradece a la Facultad de Ingeniería por el apoyo brindado en el desarrollo experimental y presentación del trabajo. De manera especial, se agradece al Dr. Jesús Salvador Galindo Valdés por su guía y orientación al proyecto.

## Bibliografía

Olmo, J. A. D., Ruiz-Rubio, L., Pérez-Alvarez, L., Sáez-Martínez, V., & Vilas-Vilela, J. L. (2020). Antibacterial coatings for improving the performance of biomaterials. *Coatings*, 10(2), 139.

Narayana, S.V.V.S.P.; Srihari, S.V.V.P. A review on surface modifications and coatings on implants to prevent biofilm. *Regen. Eng. Transl. Med.* 2019.

Ben, M.; Mavri, T.; Kralj-igli, V. The importance of antibacterial surfaces in biomedical applications. *Adv. Biomembr. Lipid Self Assem.* 2018, 28, 115–165.

Vallet-Regí, M., Lozano, D., González, B., & Izquierdo-Barba, I. (2020). Biomaterials against bone infection. *Advanced healthcare materials*, 9(13), 2000310.



## SÍNTESIS DE POLÍMEROS HIPERAMIFICADOS PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE FÁRMACOS

Arauz Solís A.B.<sup>1</sup>, Martínez-Cartagena M.E.<sup>2</sup>, González González F.J.<sup>1</sup>, Díaz de León D.<sup>3</sup>, Avalos-Belmontes F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>3</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada.

Autor correspondencia: *Adriana Arauz Solís, adriana.arauz@uadec.edu.mx*

Palabras clave: Polímeros hiperamificados, Resina alquidálica, Recubrimientos, Nanocompuestos.

### Resumen

En años recientes, la ciencia de polímeros ha progresado significativamente, permitiendo el desarrollo de materiales con propiedades mejoradas y aplicaciones diversas. Un área de gran interés es el estudio de "resinas hiperramificadas", polímeros con una estructura tridimensional altamente ramificada, cuyas propiedades mecánicas, térmicas y químicas son únicas.

Además, los copolímeros en bloques anfífilicos, que poseen regiones hidrofílicas e hidrofóbicas, han demostrado potencial en biomedicina por su capacidad de autoensamblarse en nanoestructuras. Estos copolímeros se sintetizan mediante polimerización controlada, destacando la técnica RAFT (Reversible-Addition Fragmentation Chain Transfer), la cual permite un control preciso del peso molecular y la estructura del polímero a través de un agente de transferencia de cadena (CTA).

En este trabajo se presenta la síntesis y caracterización del copolímero P(NIPAM-statAMA) mediante RAFT. Posteriormente, este copolímero se modificará en presencia de glicidol para obtener una estructura hiperramificada, que será usada como agente dopante en la síntesis de polianilina (PANI), formando un compuesto sensible a estímulos NIR, adecuado para la liberación controlada de fármacos.

La arquitectura ramificada de estos polímeros proporciona sitios funcionales para la conjugación de fármacos, mejorando la capacidad de carga y la liberación controlada.

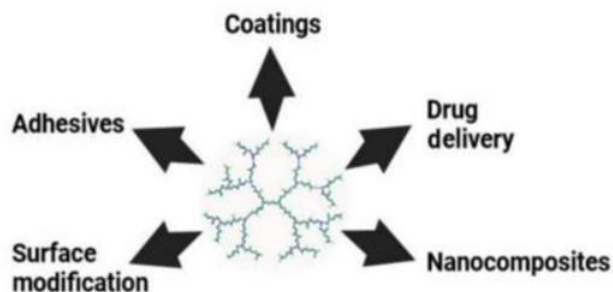
Métodos de síntesis como emulsificación, doble emulsión y nanoprecipitación pueden ajustarse para integrar polímeros hiperramificados, optimizando la morfología y estabilidad de las nanopartículas.

Aunque su potencial terapéutico es significativo, deben estudiarse cuidadosamente su toxicidad y viabilidad de producción a gran escala. La investigación continua en polímeros hiperramificados apunta hacia nanoplataformas terapéuticas más eficaces y seguras para



el tratamiento de enfermedades complejas como el cáncer y trastornos neurodegenerativos.

### Hyperbranched alkyd polymers



### Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a CONAHCYT por la beca de doctorado (239253) así como a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC) y al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) por sus contribuciones a este trabajo de revisión.



## MODELADO DE PROPIEDADES DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES CON ARCILLAS MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

García-Carrillo E.M.<sup>1</sup> y Espinoza-Martínez A.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, SECIHTI

Autor de correspondencia: *Espinoza-Martínez A.B. adriana.espinoza@ciqa.edu.mx*

Palabras claves: inteligencia artificial, películas biodegradables, optimización

### Resumen

El desarrollo de materiales para empaques biodegradables ha cobrado gran relevancia debido al impacto ambiental causado por los plásticos sintéticos de un solo uso. Entre las alternativas más prometedoras destacan el poliácido láctico (PLA) y el poli(butilén adipato-co-tereftalato) (PBAT), que presentan propiedades favorables para su aplicación en forma de películas (Subbuvel & Kavan, 2022). Sin embargo, su elevada permeabilidad al vapor de agua y limitada resistencia mecánica complican su efectividad como empaques de alimentos. Para superar estas limitaciones, se propone el uso de distintas arcillas como montmorillonita (MMT), nanotubos de haloisita (HNT) y paligorskita (PLG), que pueden actuar como refuerzos mecánicos y barreras al de vapor de agua, mejorando así el desempeño de las películas. Sin embargo, concentraciones elevadas pueden afectar negativamente sus propiedades, siendo esencial optimizar las formulaciones. En este contexto, se plantean técnicas de inteligencia artificial, como redes neuronales artificiales (ANN) y algoritmos genéticos (GA), para modelar y predecir el comportamiento de las películas, identificando las condiciones óptimas para su aplicación en empaques biodegradables (Zamanian et al., 2023).

El PLA y el PBAT se mezclaron con cada una de las arcillas (MMT, HNT y PLA) en una cámara de mezclado Brabender para obtener concentrados. A partir de estos, se obtuvieron películas con concentraciones de 0, 0.5, 1, 1.5 y 2 vol% en un extrusor monohusillo equipado con una unidad de soplado de película. La permeabilidad al vapor de agua se evaluó mediante un método gravimétrico, la resistencia a la tensión en dirección máquina mediante un ensayo de tracción y las propiedades ópticas a través del parámetro Haze.

Los datos experimentales se utilizaron para entrenar y validar modelos de predicción de las propiedades de las películas basados en ANN del tipo perceptrón multicapa, utilizando el algoritmo Levenberg-Marquardt. Posteriormente, estos modelos se emplearon como funciones objetivo en un GA multiobjetivo para identificar las formulaciones óptimas, cuyos resultados se representan en una frontera de Pareto. La Figura 5 muestra gráficamente el proceso de modelado y optimización de las propiedades de las películas.

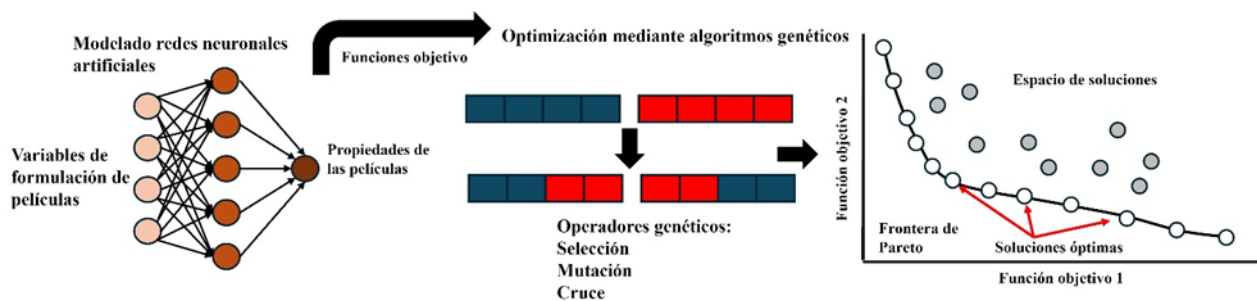


Figura 5. Proceso de modelado y optimización de las propiedades de películas biodegradables.

Las películas de PBAT reforzadas con HNT a un 1.5 vol% mostraron una reducción de más del 40% en la permeabilidad al vapor de agua y una mejora en la resistencia a la tensión. Por su parte, la MMT a 1.5 vol% redujo eficazmente la permeabilidad del PLA. Los modelos de ANN mostraron una alta capacidad predictiva, con factores de correlación ( $R$ ) entre datos experimentales y simulados superiores a 0.97. Como resultado del proceso de optimización mediante GA, se obtuvo un conjunto de soluciones óptimas para maximizar la resistencia a la tensión y minimizar la permeabilidad al vapor de agua y el Haze. Este estudio destaca el potencial de las técnicas de inteligencia artificial para modelar el comportamiento y optimizar las propiedades de películas biodegradables, avanzando en su desarrollo para aplicaciones en el empaque de alimentos.

## Agradecimientos

Agradecimientos a Adán Herrera, Jesús Rodríguez, José López, Víctor Cruz, Sergio Zertuche, Jesús Lara, Alejandro Espinosa y Marlene Rodríguez por su apoyo técnico.

## Bibliografía

Subbuvel, M., & Kavan, P. (2022). Preparation and characterization of polylactic acid/fenugreek essential oil/curcumin composite films for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 194, 470-483.

Zamanian, M., Sadrnia, H., Khojastehpour, M., Rohani, A., Thibault, J., & Hosseini, F. (2023). Multi-objective optimization of PVA/TiO<sub>2</sub>/MMT mixed matrix membrane for food packaging. *Journal of Polymers and the Environment*, 31, 90-101.



## EVALUACION DE UNA HETEROESTRUCTURA DE $\text{TiO}_2$ – $\text{CuS}$ PARA LA DESCONTAMINACION DEL AGUA

Becerril-Solano M.A.<sup>1</sup>, Esparza-Herrera S.E.<sup>1</sup>, Estrada-Flores S.<sup>1</sup> y Aguilera-González E.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. V. Carranza S/N, Saltillo, Coahuila, 25280, México.

Autor de correspondencia: *Estrada-Flores S. s\_estrada@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Fotocatálisis, heteroestructura, inhibidores, semiconductor.

### Resumen

El acceso a agua limpia está en riesgo debido a la presencia de contaminantes provenientes de actividades industriales y agroindustriales, siendo los colorantes orgánicos algunos de los más preocupantes por su alta toxicidad y resistencia a la degradación natural. Un caso representativo es el azul de metileno, ampliamente empleado en los sectores textil y papelerero, el cual representa una amenaza para el medio ambiente y la salud humana por sus propiedades mutagénicas y cancerígenas. Ante las limitaciones que presentan los métodos tradicionales de tratamiento, la fotocatalisis se presenta como una solución eficaz y económica.

En este estudio se evaluó la eficacia de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CuS}$  y de la heteroestructura  $\text{TiO}_2$ - $\text{CuS}$  en la degradación del azul de metileno bajo irradiación solar. La metodología consistió en preparar una solución de azul de metileno (20 ppm, pH 6.8), a la cual se adicionaron 0.05 g de cada fotocatalizador ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{TiO}_2$ - $\text{CuS}$ ) en condiciones de irradiación solar ( $782.40 \text{ W/m}^2$ ) durante 90 minutos, siguiendo la concentración del azul de metileno por espectroscopía UV-Visible a 664 nm. Posteriormente, los mismos experimentos se repitieron tras un reposo de 24 horas en incubadora para evaluar el efecto de la adsorción previa. Adicionalmente, se realizaron ensayos con isopropanol y yoduro de potasio como inhibidores de la reacción de fotodegradación del colorante, con el fin de identificar las especies reactivas dominantes en el proceso fotocatalítico.

Los resultados muestran que el  $\text{CuS}$  presentó la mayor eficiencia de remoción (35.1% a los 120 minutos), seguido por la heteroestructura  $\text{TiO}_2$ - $\text{CuS}$  (31.29%). Tras el reposo, los porcentajes de remoción aumentaron a 48.1% y 34.6%, respectivamente, confirmando el papel de la adsorción en el proceso. La presencia de inhibidores provocó una ralentización significativa en la degradación del azul de metileno, lo que sugiere una participación activa tanto de radicales hidroxilos como de huecos fotogenerados en el mecanismo de degradación.

En conclusión, la heteroestructura  $\text{TiO}_2$ - $\text{CuS}$  constituye una estrategia efectiva y sostenible para la fotodegradación de colorantes, combinando la estabilidad del  $\text{TiO}_2$  y la absorción



en el visible del CuS, y su comportamiento frente a inhibidores proporciona evidencia adicional sobre la naturaleza del proceso fotocatalítico involucrado, lo que la hace prometedora en el tratamiento de aguas contaminadas

## Agradecimientos

Agradezco al departamento de Materiales Cerámicos Avanzados y Energía por el apoyo técnico y los recursos que hicieron posible la realización de esta investigación.

## Bibliografía

Estrada-Flores, S., Martínez-Luévanos, A., García-Cerda, L., Pérez-Berumen, C., Flores-Guia, T., & Aguilera-González, E. (2020). Síntesis de partículas mesoporosas de  $\text{TiO}_2$  y estudio cinético de la fotodegradación de azul de metileno. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 7(42), 22-34.

Mahmood, Z., Aslam, W., Bilal, M., & Javed, K. (2023). Fabrication of novel PN-heterojunction CuS/ $\text{TiO}_2$  nanocomposite for the photocatalytic degradation of rhodamine B dye under visible light irradiation. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 37(6), 1553-1564.

Punč Mencigar, D., Strlič, M., Lavrenčič Štangar, U., & Čerč Korošec, R. (2013). Hydroxyl Radical Scavenging Based Method for Evaluation of  $\text{TiO}_2$  Photocatalytic Activity. *Acta Chimica Slovenica*, 60(4), 908-912.



## AVANCES EN SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA: REVISIÓN BIBLIOMÉTRIC

Santamaría Vara E.J.<sup>1</sup>, López Sesenes R.<sup>1</sup>, Ramírez Arteaga A.M.<sup>1</sup> y Zakaryaa Zarhri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62209, Cuernavaca Morelos.

Autor de correspondencia: *Pech-Pech I.E ildepech@uacam.mx*

Palabras claves: Implantes, biodegradable, magnesio, hidroxiapatita, biovidrio

### Resumen

La calidad del agua es una necesidad de suma importancia para el sector público, especialmente si se usa en lugares de consumo humano como en las estaciones de hidratación que comúnmente son llamados bebederos. Se sabe que el 99 % del agua del planeta es salada y solo el 1% es dulce para el consumo humano. Debido a un alto grado de contaminación de los mantos acuíferos, ríos, lagos y pozos artesanales el agua potable se está contaminando cada vez más. Al tener un adecuado control de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua permite prevenir enfermedades como la diarrea, cólera, tifoidea y en casos más graves Hepatitis A, además de le brinda al usuario la confianza en el sistema de abastecimiento. Los avances tecnológicos en monitoreo y control han permitido superar las limitaciones de los métodos tradicionales, el alto costo de los equipos paramétricos y poder tener datos en tiempo real.

Este artículo de revisión analiza los avances realizados en los últimos años sobre los sistemas de control y monitoreo de la calidad del agua, así como la tecnología implementada en el diseño, integrando literatura científica seleccionada de ScienceDirect, Scopus, Web of Science y otras bases de datos donde se incluyen los estudios que destacan la implementación de sensores, monitoreo en tiempo real y la aplicación de tecnologías del internet de las cosas (IoT).

Mediante el análisis bibliométrico, se identifican las tendencias clave como la eficiencia de los sensores y la necesidad de la precisión en las mediciones, así como la certeza de los dispositivos en distintos entornos. Asimismo, se señalan los vacíos existentes, incluyendo la falta de sensores a bajo costo y equipos profesionales para su análisis paramétrico. En muchos lugares el control de calidad del agua se ve limitado por los elevados costos en el equipamiento de uso profesional, es por eso que se necesita investigar más para determinar la fiabilidad y la precisión de los sensores utilizados, pero a un menor costo. Por lo tanto, estudiar estas tendencias, aporta una visión integral de los avances tecnológicos y proporciona una base conceptual y tecnológica para el desarrollo e implementación con miras a su futura aplicación en sistemas de control automatizado.



## FOTODEGRADACIÓN DE AZUL DE METILENO CON $\text{BiVO}_4$ BAJO IRRADIACIÓN SOLAR

Esparza- Herrera S.E.<sup>1</sup>, Becerril- Solano, M.A.<sup>1</sup>, Martínez- Luévanos A.<sup>1</sup>, Estrada- Flores S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. V. Carranza S/N, Saltillo, Coahuila, 25280, México.

Autor de correspondencia: *Estrada- Flores S. s\_estrada@uadec.edu.mx*

Palabras claves:  $\text{BiVO}_4$ , fotodegradación, inhibidores, semiconductores

### Resumen

Los semiconductores pueden comportarse como conductores o aislantes según las condiciones físicas a las que se someten; tienen diversas aplicaciones, en la electrónica de consumo, energía, sensores y detectores. El Vanadato de Bismuto ( $\text{BiVO}_4$ ) tiene estructura de bandas electrónicas y una morfología fácil de controlar; con respecto a su actividad fotocatalítica esta es muy buena. La fotocatalisis es una reacción óxido-reducción que es catalizada por un semiconductor excitado en la superficie en la cual son adsorbidos los contaminantes, en este caso, la catálisis se activa con ayuda de una fuente de luz como su nombre lo indica. La eficiencia de este proceso depende de las características del semiconductor utilizado, por lo que es de gran importancia el semiconductor que se elige para esto; la fotocatalisis es ampliamente utilizada en la descontaminación de aguas residuales que contienen principalmente contaminantes emergentes como colorantes y fármacos.

Por esta razón se evaluó el material  $\text{BiVO}_4$  como fotocatalizador en la degradación de azul de metileno bajo irradiación solar, se estudió el efecto de la adsorción previa y el uso de inhibidores. Para llevar a cabo las pruebas de fotocatalisis se utilizó una solución de azul de metileno de 20 ppm, a esta se le añadió 1 g/L del material; se llevaron a cabo a un pH de 6.8, la solución de azul de metileno con el fotocatalizador se expuso al sol durante 2 horas y se determinó la concentración de este a diferentes tiempos con ayuda de un espectrofotómetro UV- Vis (664 nm); para el estudio del efecto de la adsorción previa, la muestra se dejó en oscuridad durante 1 hora previo a su exposición solar.

En cuanto a los resultados obtenidos, el  $\text{BiVO}_4$  sin adsorción previa presenta un porcentaje de degradación del 31.23%, mientras que con adsorción previa se presenta un porcentaje de degradación del 27.44%. Para las pruebas con inhibidores se llevó a cabo el mismo procedimiento, pero se utilizaron yoduro de potasio, isopropanol y benzoquinona. Los resultados del uso de inhibidores indicaron que el mecanismo de acción del semiconductor empieza por la formación de electrones y posteriormente se forman radicales superóxidos. Como conclusión, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que el  $\text{BiVO}_4$



es un material prometedor para la degradación de contaminantes emergentes como el azul de metileno.

## Agradecimientos

Se le agradece a la Facultad de Ciencias Químicas.

## Bibliografía

Wafi, A., Mansoob- Khan, A., Aji, D. (2025). Recent Advances in Photocatalysis: From Laboratory to Market. Results in Chemistry, 18.

Zeng, F., Zhu, H., Wang, R., Yuan, X., Sun, K., Qu, L., Chen, X., Yu, B. (2023). Bismuth vanadate: A versatile heterogenous catalyst for photocatalytic functionalization of C(sp<sup>2</sup>)- H bonds. Chinese Journal of catalysis, 46, 157- 166.



## ENCAPSULADO DE CURCUMINA EN PARTICULAS DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO), PLA, UTILIZANDO EMULSIONES ESTABILIZADAS CON QUITOSANO

Medrano-Hinojosa J.E.<sup>1</sup>, Fonseca-García A.<sup>1</sup> y Treviño-Martínez M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Autor de correspondencia: *Márquez-Soto C. cristian.marquezst@uaem.edu.mx*

Palabras claves: Calibración, CFD, Molinetes

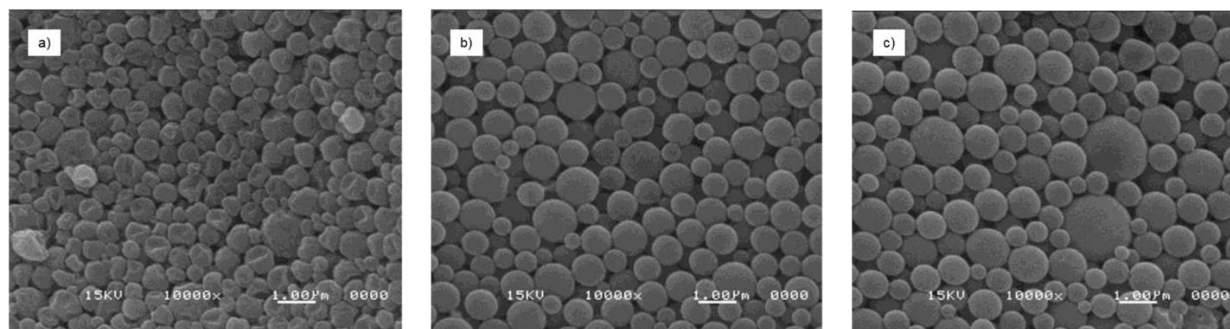
### Resumen

Se ha encontrado que la curcumina, CUR, tiene múltiples propiedades terapéuticas. Entre las más importantes para nuestro caso de estudio se pueden mencionar las siguientes: efecto antiinflamatorio, efecto antimicrobiano y coadyuvante en el proceso de cicatrización de heridas (Akbik et al., 2014). Por lo anterior, se ha incrementado el interés por la obtención de materiales de curación que puedan ayudar en la cicatrización de heridas crónicas. A pesar de sus valiosas propiedades terapéuticas, la CUR es una molécula de solubilidad en agua extremadamente baja (0.6µg/mL); por lo que su aplicación en sistemas biológicos se ve limitada (Górnicka et al., 2023). El presente trabajo de investigación se centra en la encapsulación de CUR (## de Sigma-Aldrich) en partículas de poli(ácido láctico), PLA (sintetizado en CIQA;  $M_n \approx 8,500$  y  $M_w \approx 14,000$ ); con el propósito de aumentar su biodisponibilidad en sistemas biológicos.

Para la preparación de las partículas de PLA se preparó una emulsión normal aceite en agua (O/W; oil/water). La fase orgánica se formó disolviendo el PLA y la CUR en diclorometano, DCM. La fase acuosa se formó disolviendo quitosano, QTS, en una solución acuosa de ácido acético glacial al 1 % p/p. Para formar la emulsión, ambas soluciones se cargaron en un vaso de precipitado y la mezcla se llevó a un equipo Qsonica modelo Q-700, donde se ultrasonificó por 5 min, utilizando una punta modelo CL334 a una amplitud del 60 %. Para evitar la evaporación del DCM, el vaso de precipitado donde se formó la emulsión se colocó en un baño de agua con hielo. En cada experimento se prepararon 50 g de una emulsión con la siguiente composición: relación O/W de 20/80 p/p; PLA al 5 % p con respecto al DCM y CUR al 5 % p con respecto al PLA. Una vez formada la emulsión, se evaporó el DCM a una temperatura de  $\approx 40$  °C y agitación magnética de 1000 rpm. Al final se obtuvo una dispersión acuosa de partículas de PLA cargadas con CUR (PLA-CUR) estabilizadas con moléculas de QTS. Cada dispersión fue centrifugada por 20 min, a 13,000 rpm y 5 °C. El precipitado se lavó 3 veces con agua desionizada.

Finalmente, las partículas de PLA-CUR se dispersaron en una pequeña cantidad de agua, se congelaron y se liofilizaron por 24 h.

Se estudió el efecto del peso molecular del QTS (448869-250G, 448877-250G, 419419250G de Sigma-Aldrich, bajo, medio y alto peso molecular, respectivamente) sobre el tamaño y morfología de las partículas. Es importante hacer notar que la metodología utilizada, en el presente trabajo de investigación, no hace uso de tensoactivos convencionales para la formación de la emulsión que se utiliza como plantilla para la preparación de las partículas. En las formulaciones empleadas se utiliza al QTS como estabilizador de las gotas de fase orgánica en la emulsión y, posteriormente, de las partículas de PLA-CUR en la dispersión. En la Figura 6 se observan las micrografías de las partículas PLA-CUR que se prepararon utilizando diferentes pesos moleculares de QTS. En la micrografía a) es posible observar, que las partículas se encuentran colapsadas cuando se utilizó al QTS de peso molecular bajo. Esto podría atribuirse a que las moléculas de QTS, adsorbidas en la superficie de las partículas de PLA por interacciones físicas (electrostáticamente y por interacciones hidrofóbicas/van der Waals), no formaron una coraza con la suficiente fuerza cohesiva para resistir la tensión capilar durante la evaporación del DCM (Guo & Gemeinhart, 2008). Por otro lado, el peso molecular medio y alto, micrografías b) y c), respectivamente, si formaron corazas con la suficiente rigidez, por lo que las partículas muestran una morfología esférica y uniforme. Se midió el tamaño promedio de las partículas obtenidas con QTS de medio y alto peso molecular y fue de 0.7  $\mu$ m para ambos casos, aunque en el caso de las partículas obtenidas con el QTS de alto peso molecular, la distribución de tamaños fue más amplia.



*Figura 6. Micrografías de las partículas PLA-CUR obtenidas de las dispersiones en las que se utilizó quitosano de diferente peso molecular a) bajo, b) medio y c) alto.*

## Agradecimientos

Al CIQA por el financiamiento del proyecto interno No. 6746 de la convocatoria 2024, A la SECIHTI por la beca 4034561 para J. Emmanuel Medrano H., estudiante del Programa de Maestría en Tecnología de Polímeros. A la Dra. Martha Roa-Luna por la síntesis del PLA



utilizado para la elaboración de las partículas, a la I.Q. Beatriz Reyes por su apoyo técnico y a la Q.F.B. Myriam Lozano Estrada por su apoyo en microscopía electrónica.

## Bibliografía

Akbik, D., Ghadiri, M., Chrzanowski, W., & Rohanizadeh, R. (2014). Curcumin as a wound healing agent. In *Life Sciences* (Vol. 116, Issue 1, pp. 1–7). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.08.016>

Górnicka, J., Mika, M., Wróblewska, O., Siudem, P., & Paradowska, K. (2023). Methods to Improve the Solubility of Curcumin from Turmeric. In *Life* (Vol. 13, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/life13010207>

Guo, C., & Gemeinhart, R. A. (2008). Understanding the adsorption mechanism of chitosan onto poly(lactide-co-glycolide) particles. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 70(2), 597–604. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2008.06.008>



## PRODUCCIÓN DE CELULOSA BACTERIANA POR GLUCONACETOBACTER ENTANII

Pineda-Escareño M.G.<sup>1</sup>, Flores-Loyola E.<sup>1</sup>, Sánchez-Pérez D.M.<sup>1</sup>, Salazar-Ramírez M.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón, Coahuila, México.

Autor de correspondencia: *Salazar-Ramírez M.T. salazar.teresa@uadec.edu.mx*

Palabras claves: biopolímero, rendimiento, celulosa bacteriana, *Gluconacetobacter entanii*

### Resumen

La celulosa bacteriana (CB) es un biopolímero que se utiliza cada vez más en las industrias médica, farmacéutica y alimentaria gracias a sus excelentes propiedades fisicoquímicas, como su alta capacidad de retención de agua, estructura nanofibrilar, gran superficie, porosidad, resistencia mecánica y biocompatibilidad (Du, Xiao, and Luo 2025). Las bacterias del género *Gluconacetobacter* son consideradas como buenas productoras de celulosa bacteriana (CB) en medio de cultivo estático (Yucel and Karabiyikli, 2011). *G. entanii* ha sido identificada como productora de vinagre industrial, sin embargo, los informes sobre su actividad para producir CB y su caracterización fisicoquímica son escasos. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue la caracterización de *Gluconacetobacter entanii* como un potente productor de celulosa bacteriana

La producción de CB se llevó en medio Hestrin-Schramm (HS) (Schramm & Hestrin, 1954). La composición del medio incluyó 20.0 g/L de glucosa; 5.0 g/L de extracto de levadura; 5.0 g/L de peptona; 2.7 g/L de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 1.15 g/L de ácido cítrico; pH final de 4.7, a 35°C durante 16 días en condiciones estáticas, las películas de CB fueron recolectadas cada 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 16 días, purificadas, pesadas en húmedo y en seco. La película de celulosa se lavó con una solución de NaOH al 0.1M a 100°C durante 30 minutos para eliminar las bacterias y medio de cultivo residuales. Posteriormente, se lavó con agua destilada hasta obtener un pH neutro. Luego de ese tratamiento, la película fue secada a 35°C en una estufa durante 48 horas para su posterior caracterización.

La producción de CB se registró como el peso seco dentro del volumen del medio en litros (g L<sup>-1</sup>) y el rendimiento se calculó mediante la ecuación:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{W_s(g)}{W_c(g)} \times 100 \%$$

donde  $W_s$  es el peso seco de CB (g) y  $W_c$  es el peso de la fuente de carbono enriquecida en el medio (g).

Para la producción de CB, los resultados mostraron que después de los 16 días de incubación la cepa alcanzó 3.8329 g L<sup>-1</sup>, lo cual es superior a los resultados reportados



por Dorame-Miranda et al (2018) quienes utilizando la cepa *G. entanii* obtuvieron una producción de  $2.816 \text{ g L}^{-1}$  después de 28 días de incubación mientras que Revin *et. al* (2018) utilizando la cepa *G. sucrofermentans* obtuvieron una producción de  $2.14 \text{ g L}^{-1}$  tres días después de incubación.

En cuanto al rendimiento de la CB podemos observar en la Figura 7 una fase inicial lenta, del día 1 al día 7, donde el rendimiento aumenta gradualmente hasta alcanzar un 10%. Posteriormente, entre los días 9 y 13, ocurre una fase exponencial de incremento, con un aumento que alcanza un máximo cercano al 39%. Finalmente, al día 16 se presenta una fase de estabilización, en la que el rendimiento disminuye ligeramente, lo que nos indica que el sistema ha alcanzado su punto máximo de producción y podría estar entrando en una etapa de limitación por nutrientes.

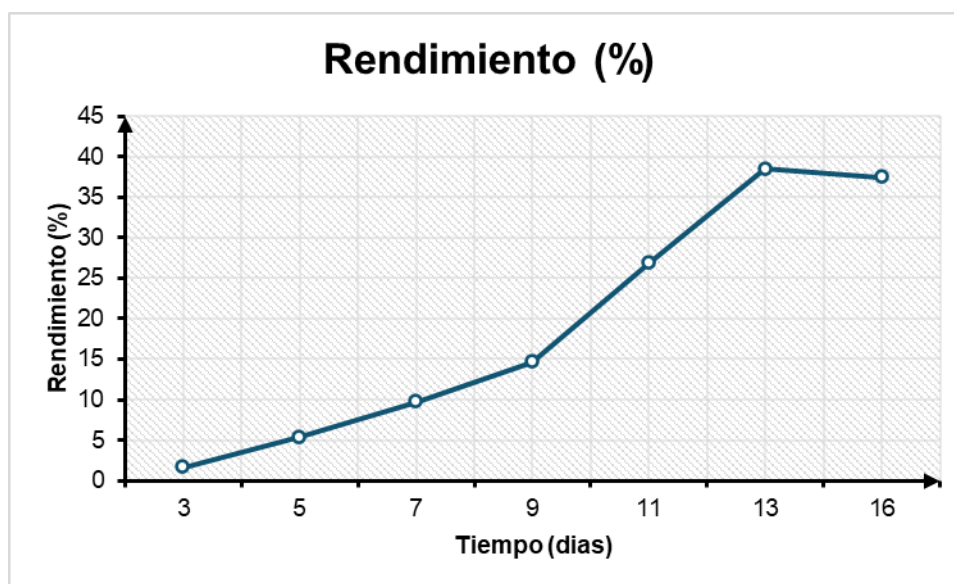


Figura 7. Curva de rendimiento de celulosa bacteriana.

## Bibliografía

Dórame-Miranda, R.F., Gámez-Meza, N., Medina-Juárez, L.A., Ezquerra-Brauer, J.M., Ovando-Martínez, M., Lizardi-Mendoza, J., Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter entanii* using pecan nutshell as carbon source and its chemical functionalization, *Carbohydrate Polymers* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.067>

Du, Muyao, Zhenlei Xiao, and Yangchao Luo. 2025. "Sustainable Strategies on Cultivation, Modification and Rehydration of Bacterial Cellulose to Overcome Hornification for Industrial Applications: A Review." *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications* 9(February):100736. doi: 10.1016/j.carpta.2025.100736.

Yucel, I., Karabiyikli, S. (2011). Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food Control*, 22(5), 647–656.



## NANOPARTÍCULAS DE HEMATITA Y PIROLUSITA COMO SOPORTES PARA BIOPELÍCULAS BACTERIANAS EN LA BIORREMEDIACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA

Orsua-Gaona R.<sup>1</sup>, Narro-Céspedes R.I.<sup>1</sup>, Cruz-Ortiz B.R.<sup>1</sup>, Acosta-Cruz E.Y.<sup>1</sup>, Covarrubias-Gordillo C.A.<sup>1</sup> y Soria-Arguello G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, CONAHCYT

Autor de correspondencia: *Narro-Céspedes R. I. rinarro@uadec.edu.mx*

Palabras claves: arsénico, nanopartículas, hematita, pirolusita, biopelículas.

### Resumen

La contaminación por arsénico en ambientes acuosos constituye un problema de salud pública a nivel mundial debido a su elevada toxicidad, persistencia y movilidad en diferentes matrices. Los métodos fisicoquímicos convencionales empleados para la remoción de arsénico -tales como coagulación-floculación, intercambio iónico, filtración por membranas o adsorción en carbón activado- presentan limitaciones importantes: elevados costos de operación, generación de lodos secundarios y, en particular, baja eficiencia para la eliminación de  $As^{+3}$ , la forma más tóxica y móvil de este metal pesado. Ante este panorama, los nanomateriales funcionales, combinados con procesos biológicos, han surgido como alternativas innovadoras y sostenibles (Nigra y Bloomquist, 2025), siendo las nanopartículas de algunos óxidos metálicos, los materiales más investigados para tal fin. Estas nanopartículas han sido reportadas como soportes de estabilización bacteriana, la cual se obtiene, a través de la autoformación de biopelículas por parte de diferentes bacterias.

El objetivo del presente trabajo es destacar el potencial de las nanopartículas, específicamente, de hematita ( $Fe_2O_3$ ) y pirolusita ( $MnO_2$ ), como materiales funcionales estratégicos en el diseño de nuevas tecnologías de biorremediación de arsénico. La metodología seguida consistió en realizar una búsqueda bibliográfica en la base de datos ScienceDirect, desde el año 2000 al 2025, utilizando las palabras clave mencionadas en este manuscrito. Seguido de la búsqueda, se seleccionaron los trabajos correspondientes y se extrajo la información de interés.

Derivado del análisis de la literatura disponible, se observaron reportes de nanopartículas de  $Fe_2O_3$  y  $MnO_2$  como soportes bacterianos debido a que ambos óxidos metálicos presentan propiedades fisicoquímicas relevantes: alta área superficial, abundantes sitios reactivos y características redox (reducción/oxidación) que favorecen tanto la inmovilización bacteriana como la biotransformación del arsénico. La hematita se distingue por su elevada capacidad de adsorción mediante complejación superficial y mecanismos electrostáticos, mientras que la pirolusita posee una marcada capacidad oxidativa que



facilita la conversión de  $As^{+3}$  en  $As^{+5}$ , una especie más estable y de fácil eliminación. La integración de biopelículas bacterianas sobre estos óxidos metálicos promueve sistemas bio-inorgánicos híbridos capaces de potenciar la remoción de arsénico. Las ventajas frente a los tratamientos convencionales incluyen: (i) estabilización de comunidades microbianas, (ii) sinergia entre procesos de oxidación y adsorción, y (iii) posibilidad de escalamiento en sistemas descentralizados de tratamiento de agua. Asimismo, la comparación entre hematita y pirolusita revela su carácter complementario: la primera favorece la afinidad superficial, mientras la segunda impulsa la transformación química del contaminante (Sher y col., 2021; William y Magpantay, 2024).

La aplicación de nanopartículas de  $Fe_2O_3$  y  $MnO_2$  como medios estables para biopelículas bacterianas se posiciona como una alternativa competitiva frente a los procesos fisicoquímicos tradicionales en la remoción de arsénico en entornos acuosos. Su versatilidad y multifuncionalidad las ubican en la frontera entre la biotecnología ambiental y la ciencia de materiales.

## Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada en la convocatoria Becas Nacionales para estudios de Posgrado 2024-2. También se agradece al posgrado Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, por proporcionar las instalaciones y los recursos digitales para la realización de esta revisión. Finalmente, se agradece al Centro de Investigación en Química Aplicada por la gestión del presente congreso.

## Bibliografía

Nigra, A. E., Bloomquist, T. R. (2025). Public water arsenic and birth outcomes in the Environmental Influences on Child Health Outcomes (ECHO) cohort. *JAMA Network Open*, 8(6), e2514084. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.14084>

Sher, S., Sultan, S., Rehman, A. (2021). Characterization of multiple metal resistant *Bacillus licheniformis* and its potential use in arsenic contaminated industrial wastewater. *Applied Water Science*, 11, 69. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01407-3>

William, V. U., Magpantay, H. D. (2024). Arsenic and microorganisms: Genes, molecular mechanisms, and recent advances in microbial arsenic bioremediation. *Microorganisms*, 12(1), 74. <https://doi.org/10.3390/microorganisms1201007>.



## VALORIZACIÓN DE LLANTAS MEDIANTE FORMULACIONES DE HULE CON POLVO DE LLANTA TRATADO CON MICROONDAS

Hernández-Gómez J.F.<sup>1</sup>, Flores-Silva P.C.<sup>1</sup>, González-Morones P.<sup>1</sup>, Hernández-Hernández E.<sup>1</sup>, Sifuentes-Nieves I.<sup>1</sup>, Garza-Santibañez A.<sup>1</sup>, García-Hernández Z.<sup>1</sup>, Gudiño-Rivera J.<sup>1</sup>, Alonso-Romero S.<sup>2</sup>, Monzalvo-Licon F.<sup>3</sup> y Tolentino-Mendoza Y.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada

<sup>2</sup> Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Pachuca

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital

Autor de correspondencia: *Hernández-Gómez J.F.* [jose.hernandez@ciqa.edu.mx](mailto:jose.hernandez@ciqa.edu.mx)

Palabras claves: Devulcanización por microondas, hule, polvo de llanta.

### Resumen

El reciclaje de llantas implica el aprovechamiento de un material que de otro modo contribuiría a la contaminación ambiental. La valorización mediante el proceso de microondas ofrece una metodología efectiva para transformar llantas usadas en materias primas valiosas para la industria del hule. Este proceso no solo mejora la eficiencia en la obtención de compuestos, sino que también se alinea con los principios de la economía circular, donde los recursos se mantienen en uso el mayor tiempo posible. La contribución del proyecto a la ciencia de frontera será 1) Generar nuevo conocimiento acerca de los fenómenos involucrados en la modificación de GTR por microondas que puede dar lugar a altas tasas de devulcanización, y que podría replicarse en otros tipos de hules vulcanizados, 2) Estudiar el efecto de la devulcanización del GTR por microondas en la formulación de hules, para dar lugar a la obtención de productos innovadores, 3) Evaluar el impacto ambiental de la valorización de llantas recicladas mediante tecnología de microondas, con el objetivo de optimizar el proceso y fomentar la sostenibilidad y la economía circular en la industria del hule.

La industria del hule ha mostrado un crecimiento sostenido. En todo el mundo la producción mundial de hule natural y sintético ha aumentado constantemente. Los residuos de hule no se descomponen fácilmente, debido a su estructura reticulada y a la presencia de estabilizantes y otros aditivos (de Sousa et al., 2017). Por lo que grandes cantidades de residuos de hule, en particular neumáticos, se vierten en lugares inadecuados, generando peligros medioambientales cada vez mayores. Los residuos de hule no pueden reciclarse como termoplásticos mediante un reprocesado relativamente sencillo y rentable (por ejemplo, refundición o remodelación). Por lo tanto, reciclar los residuos de neumáticos es un problema mundial que plantea un gran reto. La recuperación de neumáticos en forma de polvo molido (GTR, por sus siglas en inglés) se considera el método más atractivo para reutilizarlos.



El GTR se puede mezclar con polímeros termoplásticos o termoestables (Hejna et al., 2019) con o sin compatibilización. Sin embargo, se espera que la devulcanización suponga un gran avance para el reciclado de GTR. Actualmente, la devulcanización de GTR por microondas es una de las tecnologías más prometedoras debido a las buenas propiedades del material tratado y la promesa de una alta productividad, así como costos relativamente bajos (Formela et al., 2015). Además, es una tecnología ambientalmente amigable y genera grados de devulcanización entre 15 y 85%. Sin embargo, se ha reportado que los altos grados de devulcanización, también dan lugar a una alta degradación del material, debido a que la modificación se lleva a cabo en hornos de microondas convencionales modificados, en donde no existe un adecuado control de las variables críticas, como la potencia de irradiación, temperatura y el tiempo de tratamiento, las cuales determinarán las características del hule devulcanizado. Por lo tanto, se requieren equipos altamente especializados (reactores de microondas) para la devulcanización del GTR, en donde se tenga un control exacto de estas variables, lo cual permitirá generar nuevo conocimiento y mecanismos que expliquen los fenómenos involucrados en la modificación con la intención de replicarlo en otros tipos de hules vulcanizados.

Además, se ha reportado que la incorporación de GTR modificado por microondas puede tener un efecto reforzante sobre compuestos de hule. Es importante considerar que estos resultados dependen de las condiciones de devulcanización, así como del hule utilizado para la formulación de los compuestos. Debido a esto es necesario estudiar el efecto de la devulcanización del GTR por microondas en la formulación de hules, para obtener productos innovadores con múltiples aplicaciones, que se traducirán en ahorros económicos y ambientales. Finalmente, al evaluar el impacto ambiental de los productos y procesos estudiados, permitirá fomentar la sostenibilidad y la economía circular.

### **Modificación del GTR.**

Se realizará una serie de experimentos variando la potencia (100, 200, 300 y 400 W) y la temperatura (100, 150 y 200 °C) a una velocidad de agitación constante, en donde se evaluarán las condiciones óptimas para la devulcanización.

### **Caracterización fisicoquímica, térmica y morfológica del GTR**

La caracterización del GTR devulcanizado y sin devulcanizar será evaluada mediante contenido de gel, SEM, DSC y TGA. Formulación, obtención y caracterización de placas de hules con GTR devulcanizado y sin devulcanizar. En un molino de rodillos se procederá a realizar formulaciones de hules con GTR a 10, 30 y 50 ppr, después se realizará un estudio reológico, caracterización fisicoquímica y fisicomecánica.

Finalmente se realizará una evaluación de los impactos ambientales a través de la herramienta de ACV.



## Agradecimientos

Se agradece el apoyo al proyecto CBF-2025-I-1648 titulado “VALORIZACIÓN DE LAS LLANTAS RECICLADAS MEDIANTE EL PROCESO DE MICROONDAS PARA LA FORMULACIÓN DE COMPUESTOS DE HULE EN EL MARCO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR” y el apoyo parcial del proyecto LANIAUTO “LN-2025-I-20”.

## Bibliografía

Bastos de Sousa, F. D., Scuracchio, C. H., Guo-Hua, H., Hoppe Sandrine (2017). Devulcaniation of waste tire rubber by microwaves” *Polymer Degradation and Stability*, 138, 169-181.

Hejna, A., Klein, M., Saeb, M. R., Formela, K. (2019) *Polymer Testing*, 73, 143-151.

Formela, K.; Korol, J.; Saeb, M. R. (2015) *Polymer Testing*, 42, 89-98.



## INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN GAMMA EN LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y MECÁNICAS DE PVC PLASTIFICADO Y RECICLADO

Francisco Vieira, Luana <sup>1\*</sup>; Lara-Almazán Nancy <sup>1</sup>; Luna Zaragoza, Daniel <sup>1</sup>; Benavides Cantú, Roberto <sup>2</sup>; Martínez Colunga, Juan Guillermo <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, SENER.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, SECIHTI.

Autor de correspondencia: *Francisco Vieira, Luana.vieira.luana.servicios@inin.gob.mx; luu.vieira@gmail.com*

Palabras claves: Poli (cloruro de vinilo) (PVC), irradiación gamma, nanopartículas, reciclaje

### Resumen

El poli (cloruro de vinilo) (PVC) es el tercer termoplástico más consumido a nivel mundial, con más de 35 millones de toneladas anuales. Puede encontrarse en su forma rígida y flexible en tuberías, cables, empaques y dispositivos médicos, gracias a su bajo costo y versatilidad. Sin embargo, su reciclaje se dificulta por la baja estabilidad química y la liberación de HCl durante el procesamiento térmico [1-2]. El objetivo de este trabajo fue preparar formulaciones de PVC plastificado (PVCp) variando la concentración del agente entrecruzante de triacrilato de trimetilpropano (TMPTA) en 1, 2, 3 y 5%phr, y evaluar el efecto de la radiación gamma (20, 30, 40 y 50 kGy) en sus propiedades estructurales y mecánicas, con la perspectiva de que este estudio permita obtener un material reciclado de PVC con valor agregado y mayor potencial de aplicación. Con la concentración y dosis de radiación idónea, se prepararon mezclas de PVC puro y reciclado con TMPTA y nitrato de plata, en 1.5 y 2.5 % en peso, con el propósito de observar el efecto en la estabilidad del material y generar nanopartículas (AgNPs) *in situ* mediante radiación ionizante.

Las mezclas se procesaron en un mini-extrusor de doble husillo para el PVCp con TMPTA, y en un molino de rodillos para las formulaciones con AgNO<sub>3</sub>. La irradiación se realizó en atmósfera inerte en el irradiador industrial de <sup>60</sup>Co (20–50 kGy). Las muestras fueron caracterizadas mediante espectroscopia FTIR, determinación del grado de entrecruzamiento por extracción Soxhlet y ensayos de tracción en un equipo universal.

Los resultados de FTIR mostraron la presencia de bandas características del PVCp y la disminución de las bandas en 1723 cm<sup>-1</sup>, atribuida a la formación de enlaces entrecruzados, los cuales pierden su intensidad con la irradiación (Figura 8 (a)). El grado de entrecruzamiento varió de 12 a 29% para el PVC puro y de 31 a 58% para el reciclado, siendo las muestras control (0 kGy) y de 40 kGy, respectivamente. Los ensayos de tracción mostraron que la presencia de AgNPs redujo la elongación a la ruptura, alcanzando 46% de reducción en mezclas recicladas con 2.5% AgNO<sub>3</sub> e irradiadas a 30 kGy (Figura 8 (b)).

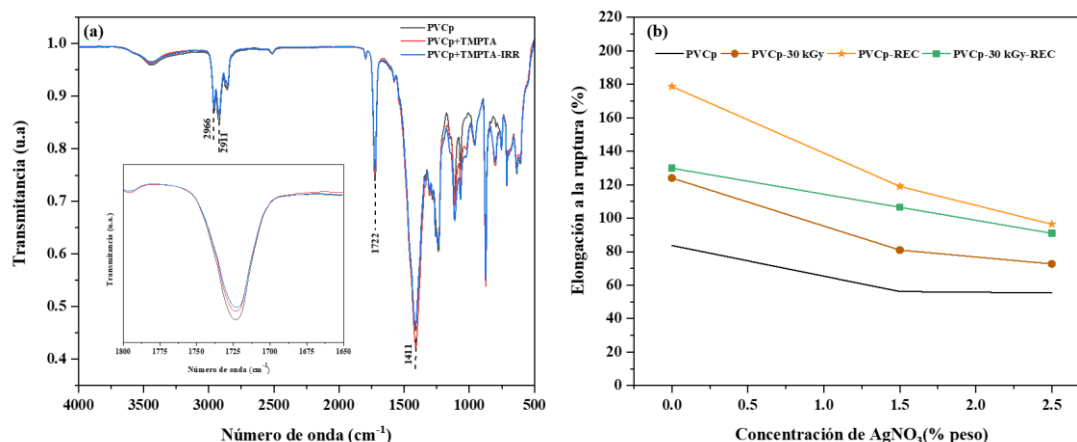


Figura 8. (a) Espectros de FTIR de PVCp reciclado con TMPTA. (b) Diferencia en los valores de elongación a la ruptura de las formulaciones de PVCp puro y reciclado antes y después del proceso de irradiación.

En conclusión, la radiación gamma promueve la reticulación en el PVC, más evidente en el material reciclado debido a los aditivos industriales, mientras que la incorporación de nanopartículas afecta negativamente la elongación a la ruptura. El enfoque aplicado en este trabajo demuestra que es posible transformar este residuo plástico en un material con propiedades mejoradas y potencial de aprovechamiento.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al CIQA por el apoyo y uso de instalaciones para este trabajo, al Ing. Sergio Zertuche por la capacitación en equipos mecánicos y molino de rodillos, y al personal de Irradiación Gamma del ININ por el procedimiento de irradiación.

## Bibliografía

- Evode, N., Qamar, S. A., Bilal, M., Barceló, D., & Iqbal, H. M. N. (2021). Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100142.
- Lieberzeit, P., Bekchanov, D., Mukhamediev, M. (2022). Polyvinyl chloride modifications, properties, and applications: Review. *Polym Adv Technol*, vol. 33.
- Núñez-Briones, A. G., Benavides, R., Martínez-Pardo, M E., Carrasco-Abrego, H., Kotzian-Pereira-Benavides, C., Espejo-Villalobos, D., García-Cerda, L.A. (2022). Effect of gamma dose rate in the crosslinking of PVC composites used for radiation protection in radiology. *Radiation Physics and Chemistry*, 191, 109866.



## PROTECCION ADAPTATIVA EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA: UN ANALISIS BIBLIOMETRICO CON SCOPUS

Vidal-García Ruben<sup>1</sup>, Cisneros-Villalobos Luis<sup>1</sup> y Zarhri-Zakaryaa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. universidad 1001, col Chamilpa, C.P. 62209Cuernavaca Morelos.

Autor de correspondencia: *Vidal-García R. ruben.vidal@fcqei.uaem.edu.mx*

Palabras claves: coordinación de protecciones adaptativa, sistemas de protección adaptativos, protección adaptativa contra sobre corriente.

### Resumen

Con la creciente complejidad y dinámica de los sistemas eléctricos de potencia modernos en gran parte por la integración de energías renovables y la variabilidad de los flujos de potencia, determinados por los requerimientos operativos establecidos en la planeación de la operación diaria, como el despacho económico y las restricciones de seguridad, el estudio de los sistemas de protección adaptativos se ha consolidado en los últimos años, evidenciando las limitaciones de los esquemas de protección tradicionales basados en ajustes fijos y que únicamente abarcan escenarios definidos, de tal manera que al aumentar la dinámica del sistema eléctrico es necesario evaluar estos ajustes para garantizar la continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico. Un sistema de protecciones adaptativo permite una respuesta flexible y robusta modificando los parámetros de protección en tiempo real de acuerdo a las condiciones operativas de la red. El análisis bibliométrico se llevó a cabo utilizando la base de datos de Scopus y mediante el software VOSviewer un software que puede descargarse y utilizarse libremente y con el cual se ha elabora un mapa bibliografico identificando las áreas de ingeniería y energía las que más documentos desarrollan sobre el tema.

La búsqueda se ha realizado utilizando las palabras clave “*Adaptive protection systems*”, “*adaptive protection coordination*” abarcando un periodo de tiempo de entre el año 2000 al 2025 y con lo que se han recabado un total de 153 131 documentos de las categorías de ingeniería y energía. De modo que el análisis bibliométrico nos ha permitido identificar los enfoques metodológicos, tecnologías aplicadas y los algoritmos más utilizados para aplicar la adaptabilidad de los sistemas de protección, de esta manera se identifican las brechas de conocimiento y las áreas emergentes, como la aplicación de tecnologías basadas en inteligencia artificial, la comunicación en tiempo real, la implementación de sistemas de monitoreo de área amplia (WAMS) y los sistemas de monitoreo, protección y control de área amplia (WAMPAC). Por lo tanto, estudiar estas tendencias y examinar los resultados obtenidos, proporcionan a los investigadores y profesionales herramientas clave para el diseño de soluciones más eficientes y que mejoren el desempeño de los



sistemas de protecciones acorde a las necesidades actuales de los sistemas electricos inteligentes.



## ELEMENTOS PORTADORES DE ETR EN MANTOS DE CARBÓN DE LA FORMACIÓN OLMOS.

Martínez-Hernández D.J.<sup>1</sup>, Camacho-Ortegón L.F.<sup>2</sup>, Sierra Gómez U.A.<sup>3</sup>, Enciso-Cárdenas J.J.<sup>2</sup>, de la Rosa-Rodríguez G.<sup>2</sup>, Bueno-Yamamoto Y.Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>3</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, SECIHTI.

Autor de correspondencia: *Martínez Hernández D.J.* [dmartinez@uadec.edu.mx](mailto:dmartinez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: ETR, Subcuenca Sabinas, metales críticos.

### Resumen

Los elementos de tierras raras (ETR) se han consolidado como recursos estratégicos a nivel global debido a su papel esencial en la transición de energías limpias y dispositivos electrónicos avanzados. Su importancia creciente ha impulsado una demanda mundial cada vez mayor, lo que a su vez ha motivado la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, así como el desarrollo de métodos de recuperación mediante reciclaje y el aprovechamiento de subproductos como el carbón. En México, la Cuenca de Sabinas es particularmente relevante por la presencia de depósitos de carbón en la Formación Olmos del Cretácico Superior. Investigaciones previas, especialmente en la Subcuenca de Sabinas, han detectado concentraciones notables de lantano, praseodimio y cerio en muestras de carbón y cenizas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de identificar con precisión las fases minerales que alojan dichos elementos.

La investigación se desarrolló mediante una caracterización integral de muestras de carbón y toba recolectadas en la Subcuenca de Sabinas. Se realizaron análisis próximos alineados a la norma ASTM D3172 en el Laboratorio de Carbón del CIGA-UAdeC para determinar humedad, materia volátil, carbono fijo, cenizas y poder calorífico. Complementariamente, se efectuó un estudio de petrografía orgánica mediante microscopía de luz reflejada conforme a la norma ISO 7404-3 para medir el poder reflector de la vitrinita. Para la caracterización mineral, se utilizó Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) en un equipo JCM-6000 para observar la morfología de partículas. Asimismo, se aplicó Difracción de Rayos X (DRX) en un equipo D8 ADVANCE ECO utilizando radiación CuK $\alpha$  durante una hora para identificar las fases cristalinas, procesando los datos con los softwares Match!4 y OriginPro.

Los resultados indican que los mantos de carbón de la Formación Olmos poseen un poder calorífico promedio entre 5,569 y 6,992 cal/g, lo que permite clasificarlos como carbón bituminoso de alto rango a sub-bituminoso. El análisis petrográfico definió un poder reflector de la vitrinita de 0.96%Ro, confirmando un ambiente pantanoso con alta preservación de material leñoso. A través de MEB y DRX, se identificaron elementos



mayores como C, Si, Al y O, así como fases minerales que incluyen cuarzo, caolinita, berlinita y fosfatos de hierro y aluminio. Se determinó que el cuarzo se presenta como una fase detrítica inerte. Finalmente, se concluye que la caolinita es la fase portadora fundamental de los ETR en estos depósitos, debido a que los minerales arcillosos poseen una alta capacidad de adsorción e intercambio catiónico en su superficie, facilitando la fijación de estos lantánidos.

## Agradecimientos

Se agradece al Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas (CIGA) de la UAdeC y Laboratorio Nacional de Materiales Grafénicos del CIQA por el acceso a sus laboratorios y equipos especializados, fundamentales para el desarrollo de la caracterización petrográfica y mineralógica de este proyecto.

## Bibliografía

ASTM International. (2021). Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke (ASTM D3172). West Conshohocken, PA.

Camacho Ortigón, L. F. (2023). Estudio de elementos de tierras raras en la Formación Olmos, Subcuenca de Sabinas.

USGS. (2024). *Mineral Commodity Summaries 2024: Rare Earths*. U.S. Geological Survey.



## DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ MODIFICADOS CON ÁCIDOS CARBOXÍLICOS Y POLIANILINA PARA EVITAR LA CORROSIÓN

Rivera-Puente J.E.<sup>1</sup> Andrade-Guel M.L.<sup>1,2</sup> Muñoz-Valdez C.R.<sup>1</sup> Cabello-Alvarado C.J.<sup>2</sup>  
Galindo-Valdés J.S.<sup>1</sup> Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup> Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup> Cadenas Pliego G.<sup>2</sup>  
Barriga-Castro D.E.<sup>2</sup> Gomez-Casas J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada.

Autor de correspondencia: *Muñoz-Valdez C.R. rodrigo.muniz@uadec.edu.mx*

Palabras claves: corrosión, polianilina, recubrimientos y bioincrustación.

### Resumen

Nos referimos a la corrosión como un proceso de oxidación-reducción que la mayoría de las veces suele pasar por una reacción electroquímica. Es el deterioro o degradación de un material metálico, en este caso los buques y estructuras sumergidas en ambientes húmedos, dado que las razones por las cuales ocurre este fenómeno son la salinidad del mar, la bioincrustación y cambios en la temperatura. La corrosión es un problema que afecta económicamente, por lo que las reparaciones en el material y la mano de obra son muy costosas, alcanzando los mil millones de dólares al año. El problema no termina ahí, puesto que la bioincrustación daña también al ecosistema, se buscó una solución para evitarla fabricando la pintura de tributilestano, considerando que las alternativas más viables son los recubrimientos con pinturas, si bien eran eficientes terminaron dañando la fauna marina provocando mutaciones en algunas especies, por lo que está prohibido su uso.

Por esta razón se busca fabricar un recubrimiento amigable para el medio ambiente, con  $\text{TiO}_2$  considerando que tiene un rendimiento fotocatalítico-antibacteriano es esencial y el  $\text{SiO}_2$  mejorara las propiedades mecánicas e incrementara su hidrofobicidad (Dolai, Sh., 2016), la ventaja más notable de estos compuestos es su abundancia en la naturaleza. También serán modificados con ácidos orgánicos renovables, como matriz polimérica se utilizará el Polianilina (PANI) ya que presenta una buena estabilidad ambiental y se usa comúnmente como anticorrosivo, ya que se ha aplicado por décadas y tiene sus investigaciones para comprobar su factibilidad (Mengoli et al. 1981, Deberry 1985, Wessling 1994).

La metodología que se llevará a cabo será la siguiente, en un vaso de precipitados se agregarán 50 ml de agua desionizada y se adicionarán 10 gr del modificante ácido, en un baño de ultrasonido durante 15 min a 40 °C. Después en una relación 0.25:1/ 0.5:1 se agregaron a esta solución nanopartículas de  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ , las cuales previamente fueron dispersadas en 50 ml de agua desionizada utilizando un baño de ultrasonido durante 15



min a 40 °C. La mezcla obtenida de las dos soluciones se someterá a un tratamiento de ultrasonido una sonda ultrasónica catenoidal de acoplada a un generador ultrasónico con una potencia de salida de 750 W, amplitud de onda del 50% y frecuencia fija, a diferentes tiempos (30,45,60 y 90 min). Todos los tratamientos se llevarán a cabo a una temperatura de 37 °C. Al final de la reacción se calienta en una parrilla la solución a una temperatura constante de 80 °C durante 20 min. Después se filtra y se lava varias veces, las nanopartículas se colocan en una estufa a secar por 80°C por 24 h. Las nanopartículas se caracterizarán mediante espectroscopía infrarroja, análisis termogravimétrico, microscopía electrónica de barrido, espectroscopía foto electrónica de rayos, difracción de rayos X y se realizarán pruebas antibacterianas preliminares.

Se utilizarán sustratos de acero inoxidable AISI 304 y acero estructural S235 para la deposición de los recubrimientos. Estos sustratos se deberán tratar previamente con la finalidad de eliminar óxidos, deformaciones y defectos mediante desbaste superficial siguiendo la norma ASTM-G5. Para la formación de recubrimientos se utilizará una suspensión de nanopartículas a una concentración de 0.25,0.5, 1,1.5 % que se agregarán a la polianilina para después realizar el recubrimiento en sustratos de acero inoxidable AISI 304 y acero estructural S235 mediante la técnica de pulverización (Tabla 2).

*Tabla 2. Recubrimientos nanohíbridos poliméricos.*

Polímero	Nanopartículas	Concentración de nanopartículas
Polianilina	TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> modificadas con ácidos	0.25,0.5, 1,1.5 %

## Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento del Proyecto SECIHTI CBF-2025-I-2860 “Desarrollo de nuevos materiales para recubrimientos nanohíbridos poliméricos amigables con el medio ambiente para evitar la corrosión.” Fondo F003 Convocatoria de Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera. Se agradece por la beca No. 2098744.

## Bibliografía

Salazar-Jiménez, José Alberto. (2015). Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(3), 127-136. Retrieved September 24, 2025, from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822015000300127&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822015000300127&lng=en&tlng=es).

Rodríguez Cruz, C. (2006). Elaboración de un recubrimiento con propiedades anticorrosivas mediante el uso de un polímero conductor (polianilina), y evaluación de su comportamiento anticorrosivo en medio ácido y en medio salino. *Uniandes*. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1992/25761>

Alemán, C., Ocampo, C., Armelin, E., Curcó, D., Casanovas, J., & Liesa, F. (2006). Polímeros conductores: Influencia sobre las propiedades anticorrosivas de las pinturas marinas. *Ciencias Marinas*, 32(2B),361-368. [fecha de Consulta 24 de septiembre de 2025]. ISSN: 0185-3880. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4803220>.



## FUNCIONALIZACIÓN DE $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ CON AMINAS RENOVABLES MEDIANTE SONOQUÍMICA

Muñiz-Castaño M.A.<sup>1</sup>, Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>, Andrade-Guel M.L.<sup>1</sup>, Cabello-Alvarado C.J.<sup>2</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>, Galindo-Valdés J.S.<sup>1</sup>, Cadenas-Pliego G.<sup>2</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>, Barriga-Castro D.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada.

Autor de correspondencia: Andrade-Guel M.L. m-andrade@uadec.edu.mx.

Palabras claves: sonoquímica, nanopartículas.

### Resumen

La sonoquímica es una de las nuevas tecnologías que buscan reducir el consumo energético para alcanzar la energía de activación de una reacción química de forma más eficiente y amigable con el ambiente. Consiste en la aplicación del ultrasonido para potencializar procesos químicos, formando cavidades en un líquido mediante las vibraciones mecánicas; estas cavidades se rodean con otro material que, después de un tiempo, termina implosionando (Pineda García, 2025). Dentro de las grandes aplicaciones de la sonoquímica, está la funcionalización de nanopartículas. Debido a sus amplios campos de aplicación, las nanopartículas han sido uno de los logros más importantes de este siglo, estas partículas son del tamaño de 1 a 100 nanómetros (Altammar, 2023). En este proyecto se funcionalizarán las nanopartículas de dióxido de silicio y dióxido de titanio con grupos aminos mediante sonoquímica. Estas nanopartículas tienen aplicaciones en energía, medio ambiente, industria y otros campos. Se consideran materiales biomiméticos, con un funcionamiento de autolimpieza derivado de sus propiedades hidrofóbicas, antirreflejantes y antiempañamiento (Rosales, 2020).

La metodología que se empleará para la modificación de las nanopartículas es la siguiente: en un vaso de precipitados se agregarán 50 ml de agua desionizada y se adicionarán 10 g del modificante, una amina renovable, en un baño de ultrasonido durante 15 min a 40 °C. Después en una relación 0.25:1/ 0.5:1 se agregarán a esta solución nanopartículas de  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ , las cuales previamente fueron dispersadas en 50 mL de agua desionizada utilizando un baño de ultrasonido durante 15 min a 40 °C. La mezcla obtenida de las dos soluciones se someterá a un tratamiento de ultrasonido con una sonda ultrasónica catenoidal acoplada a un generador ultrasónico con una potencia de salida de 750 W, amplitud de onda del 50% y frecuencia fija, a diferentes tiempos (30, 45, 60 y 90 min). Todos los tratamientos se llevarán a cabo a una temperatura de 37 °C. Al final de la reacción se calienta en una parrilla la solución a una temperatura constante de 80 °C durante 20 min. Después se filtra y se lava varias veces, las nanopartículas se colocan en una estufa a secar por 80°C por 24 h. Las nanopartículas se caracterizarán mediante



técnicas espectroscópicas como espectroscopia infrarroja, difracción de rayos X, análisis termogravimétrico, microscopía electrónica de barrido.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento del Proyecto SECIHTI CBF-2025-I-2860 “Desarrollo de nuevos materiales para recubrimientos nanohíbridos poliméricos amigables con el medio ambiente para evitar la corrosión.” Fondo F003 Convocatoria de Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera.

## Bibliografía

Pineda García, J. (2025). Producción de verde N-[(RS/R,S)-fenilcarboxil]metil-4-fluoroftalimidias, evaluando dos métodos de activación: ultrasonido y sonoquímica (Tesis Licenciada en Química). Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/e475c20b-b4f1-4c16-ab27-912f9b1b7329/content>

Altammar, K. A. (2023b). A review on nanoparticles: characteristics, synthesis, applications, and challenges. *Frontiers In Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1155622>

Rosales, A., & Esquivel, K. (2020). SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> Composite Synthesis and Its Hydrophobic Applications: A Review. *Catalysts*, 10(2), 171. <https://doi.org/10.3390/catal10020171>



## DETECCIÓN DEL RADICAL HIDRÓXILO EN ÓXIDO DE ZINC TRATADO CON ÁCIDO CÍTRICO

Valdez-Maldonado A.<sup>1</sup>, Cruz-Ortiz B.<sup>1</sup>, Ramos-González R.<sup>1</sup>, Andrade-Guel M.<sup>2,3</sup>, García-Lobato M.A.<sup>1</sup> y López-Badillo C.M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada, CIQA.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Cruz-Ortiz B.* [b.cruz@uadec.edu.mx](mailto:b.cruz@uadec.edu.mx)

Palabras claves: ROS, ZnO, ácido cítrico, radical hidroxilo.

### Resumen

En este trabajo se presenta el tratamiento de ZnO grado cosmético con ácido cítrico, así como el análisis del efecto de los tratamientos en el tamaño de partícula, la generación de especies reactivas de oxígeno, en particular el radical hidroxilo, y su correlación con el valor de banda prohibida. Esto partiendo del fundamento de que las NP de ZnO exhiben una fuerte actividad antimicrobiana y se atribuye a varios mecanismos, entre ellos la liberación de iones  $Zn^{2+}$ , la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y las interacciones físicas con las membranas celulares bacterianas (Gudkov et al., 2021). El ZnO tiene aplicaciones en cremas para tratar heridas dérmicas y en protectores solares. Sin embargo, existen reportes sobre la citotoxicidad del ZnO sobre diferentes líneas celulares humanas vinculado a la generación de especies reactivas de oxígeno (Subramaniam et al. 2024). El ácido cítrico no es tóxico y tiene efecto antioxidante (Hauser & Muranyi, 2025) y es posible que al encontrarse en la superficie de las partículas de ZnO reduzca o elimine el riesgo de estrés oxidativo en las células.

Los tratamientos de ZnO con ácido cítrico a 0.1 M se realizó por método convencional a 50°C, identificada como M3, y en reactor hidrotermal a 120 °C, identificada como M1. El análisis de tamaño de partícula por dispersión de luz dinámica, la determinación del valor de banda prohibida por espectroscopia UV-visible por reflectancia difusa y la detección del radical hidroxilo mediante la sonda específica RNO.

El tamaño medio de partícula para la muestra M1 es de 246 nm, para el ZnO sin tratar 120 nm y para M3 se obtuvo una curva bimodal con picos a 86 nm y 288 nm, el mayor tamaño en las muestras tratadas puede deberse a la aglomeración de partículas por efecto del ácido cítrico. Los resultados con la sonda RNO indicaron que el ZnO sin tratamiento genera radical hidroxilo bajo luz UV, en el caso del ZnO identificado como M1 con tratamiento hidrotermal a 120°C fue positivo a este radical y el tratado a 50°C identificado como M3 no lo fue. Bajo iluminación natural y en oscuridad ninguna de las muestras mostró generación del radical hidroxilo. Esto corresponde con los valores de banda prohibida calculados para M1, M3 y la referencia sin tratamiento de 3.4, 3.47 y 3.37 eV,



respectivamente, que indican que los materiales absorben en el rango ultravioleta. En conclusión, el tratamiento del ZnO con ácido cítrico reduce e incluso puede inhibir la producción de radicales hidroxilos bajo irradiación UV evitando así el efecto citotóxico vinculado al estrés oxidativo.

## Bibliografía

Gudkov, S. V., Burmistrov, D. E., Serov, D. A., Rebezov, M. B., Semenova, A. A., & Lisitsyn, A. B. (2021). A Mini Review of Antibacterial Properties of ZnO Nanoparticles. *Frontiers in Physics*, 9, 641481.

Hauser, C., & Muranyi, P. (2025). Organic Acids: Usage and Potential in Antimicrobial Packaging. In *Antimicrobial Food Packaging* (pp. 773–792).

Subramaniam, H., Lim, C.K., Tey, L.H. et al. (2024). Oxidative stress-induced cytotoxicity of HCC2998 colon carcinoma cells by ZnO nanoparticles synthesized from *Calophyllum teysmannii*. *Scientific Reports* 14, 30198.



## LA MORFOLOGÍA DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE ATCC 9763 ES MODULADA POR LA COMPOSICION DEL MEDIO DE CULTIVO

Briones-Góngora F.J.<sup>1</sup>, y Méndez-Zavala A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: Méndez-Zavala A. [alejandro.mendez@uadec.edu.mx](mailto:alejandro.mendez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: morfometría, control nutricional, levadura.

### Resumen

El análisis morfológico de las levaduras en procesos industriales es sumamente importante, debido a que informa de la calidad y salud del proceso. En cultivos con levaduras productoras de etanol se prefieren células individuales en lugar de células agrupadas porque las primeras exhiben mayor área de contacto para disponer de los nutrientes; además la presencia de morfologías irregulares como las pseudohifas pueden afectar los procesos de separación. Los esfuerzos por controlar los bioprocesos han generado el diseño de dispositivos de monitoreo en línea de la morfología celular en procesos industriales como el caso de Belini *et al.* (2020), quienes desarrollaron un sistema que acopla microscopía *in situ* y un algoritmo de análisis de imagen para determinar características como tamaño y forma de la levadura durante su crecimiento. Por otra parte, los nutrientes del medio de cultivo tienen diferentes efectos en el metabolismo celular controlando su comportamiento fisiológico; por ejemplo, la presencia de metales puede jugar un rol importante en los mecanismos para contrarrestar el estrés (Shen *et al.*, 2022). No obstante, pocos estudios abordan el impacto de la composición de los medios de cultivo en las características morfológicas de las levaduras.

Con la intención de comprender los cambios morfológicos de *S. cerevisiae* ATCC 9763 en función de la composición del medio de cultivo, se determinaron las características morfométricas de las células mediante análisis digital de imagen empleando el software de libre acceso Fiji/ImageJ. Las células crecidas en nueve medios de cultivo con diferente composición química (72 h a 200 rpm y 30 °C), fueron recolectadas y preparadas para la toma de fotografías en un microscopio óptico. A partir de estas imágenes se llevó a cabo la caracterización morfométrica (área proyectada, perímetro, circularidad, ejes mayor y menor, y la relación de aspecto). Finalmente, los datos morfométricos de entre 250 a 400 células se expresaron como distribución normal y correlaciones lineales según correspondía.

El análisis morfométrico de *S. cerevisiae* ATCC 9763 cultivada en condiciones nutricionales diferenciadas, reveló una correlación entre la composición del medio y la morfología celular. Independientemente del medio de cultivo los tamaños promedio de las células se mantuvieron en un rango estrecho (2.9 a 3.3  $\mu\text{m}$ ), lo que sugiere un control



fisiológico independiente de las condiciones nutricionales. No obstante, para comprender los cambios individuales de cada célula, se determinó la frecuencia y distribución normal de sus parámetros morfométricos. Se encontraron variaciones en la distribución de los tamaños celulares en función del medio de cultivo (área y diámetro), pero no de la forma (circularidad y relación de aspecto) con excepciones, lo que provoca heterogeneidad celular. Medios ricos en nitrógeno asimilable (YPD y MS) mostraron células homogéneas y ovaladas con diámetros promedios de 3  $\mu\text{m}$ , mientras que medios con elevada proporción de carbono respecto al nitrógeno (EM, HZ, CD y WL) produjeron mayor heterogeneidad con células más grandes y tendencia a la elongación celular (3.5 a 4.8  $\mu\text{m}$ ).

Estos comportamientos sugieren una regulación morfológica por la presencia no solo de una fuente de carbono, sino también de nitrógeno. Nascimento y Fonseca (2020), propusieron que el crecimiento de *S. cerevisiae* CAT-1 es dependiente de la fuente de carbono y regula el metabolismo de producción de etanol, cuando la fuente es un carbohidrato simple; mientras que, en cultivos con carbohidratos complejos o mezclas de

## Bibliografía

Belini, V.L., Suhr, H., Wiedemann, P. (2020). Online monitoring of the morphology of an industrial sugarcane biofuel yeast strain via in situ microscopy. *Journal of Microbiological Methods*, 175, 105973. <http://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105973>.

Nascimento, V.M., Fonseca, G.G. (2020). Effects of the carbon source and the interaction between carbon sources on the physiology of the industrial *Saccharomyces cerevisiae* CAT-1. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 50(4): 349-356. <http://dx.doi.org/10.1080/10826068.2019.1703192>.

Shen, D., He, X., Weng, P., Liu, Y., Wu, Z. (2022). A review of yeast: high cell-density culture, molecular mechanisms of stress response and tolerance during fermentation. *FEMS Yeast Research*, 22 (1), foac050. <https://doi.org/10.1093/femsyr/foac050>



## FABRICACIÓN DE COMPONENTES ESTRUCTURALES POR TECNOLOGIA WAAM: UNA SOLUCIÓN AVANZADA PARA SISTEMAS DE MOVILIDAD SUSTENTABLES

Hernández-Flores J.E.<sup>1, 2</sup>, Rodríguez-Vargas B.R.<sup>2</sup>, Calderón-Ramos I.<sup>3</sup>, Gómez-Casas J.<sup>4</sup> y Servín-Castañeda R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> InnovaBienestar de México.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Norte, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Hernández-Flores J.E.*, [jorge.hernandez@innovabienestar.mx](mailto:jorge.hernandez@innovabienestar.mx)

Palabras claves: manufactura aditiva; WAAM; transición energética.

### Resumen

La manufactura aditiva se ha consolidado como una tecnología revolucionaria en la industria moderna al permitir la fabricación de componentes tridimensionales mediante la deposición sucesiva de material. Entre las técnicas más destacadas se encuentra el Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), un proceso basado en la deposición de energía dirigida (DED) que utiliza un arco eléctrico para fundir alambre metálico, logrando altas tasas de deposición y posibilitando la construcción de piezas metálicas de gran escala. Esta tecnología presenta ventajas significativas frente a los métodos convencionales, como una mayor libertad en el diseño, reducción en el desperdicio de material, facilidad de automatización y menores costos de producción.

WAAM ha sido adoptado por sectores estratégicos como la industria aeroespacial, naval, automotriz y energética debido a su capacidad para fabricar componentes con excelentes propiedades estructurales y mecánicas. Sin embargo, durante el proceso WAAM, los materiales experimentan ciclos térmicos complejos que influyen directamente en la microestructura final. La interacción entre los mecanismos de nucleación heterogénea y crecimiento epitaxial determina la formación de granos equiaxiales o columnares, pudiendo dar lugar a fases metaestables. Asimismo, el impacto ambiental de esta tecnología es significativamente menor que el de los procesos tradicionales, al reducir el consumo energético y los residuos, lo que resulta especialmente beneficioso en aplicaciones aeroespaciales y energéticas.

WAAM permite trabajar con diversas aleaciones metálicas, siendo las más utilizadas las aleaciones base níquel (Inconel) y los aceros inoxidable, debido a su relevancia en aplicaciones industriales exigentes. En particular, el acero inoxidable austenítico 316L se destaca por su excelente resistencia a la corrosión, alta estabilidad térmica y notables propiedades mecánicas. La calidad del material producido depende en gran medida del control de parámetros como el gradiente térmico, la velocidad de avance de la antorcha,



la corriente y la estrategia de deposición, los cuales afectan la microestructura, textura, tamaño de grano y resistencia a la corrosión.

El acero 316L fabricado mediante WAAM tiene un amplio campo de aplicación, desde estructuras marinas sometidas a cargas dinámicas severas, hasta plantas de energía solar concentrada y elementos estructurales en la construcción. En estas aplicaciones, WAAM no solo mejora la resistencia a la corrosión y la ductilidad del acero, sino que también optimiza la eficiencia estructural y el rendimiento a altas temperaturas. Sin embargo, esta tecnología aún enfrenta desafíos técnicos como la rugosidad superficial y la anisotropía mecánica, los cuales afectan el comportamiento final del material y deben ser abordados mediante estrategias de fabricación avanzadas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo para el desarrollo del proyecto.

## Bibliografía

Solomon, I.J., Srinivas, J., Leon, S.J., Ramesh, A., Rohith, I.J., Senthil, T.S.: Mechanical and microstructural investigation of multi-layered Inconel 825 wall fabricated using CMT-based WAAM. *Journal of Alloys and Metallurgical Systems*. 8, 100115 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jalms.2024.100115>.

Zhang, Y., Wu, L., Guo, X., Kane, S., Deng, Y., Jung, Y.-G., Lee, J.-H., Zhang, J.: Additive Manufacturing of Metallic Materials: A Review. *J Mater Eng Perform*. 27, 1–13 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11665-017-2747-y>.

Wang, Z., Zimmer-Chevret, S., Léonard, F., Abba, G.: Improvement strategy for the geometric accuracy of bead's beginning and end parts in wire-arc additive manufacturing (WAAM). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 118, 2139–2151 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08037-8>.



## COMPORTAMIENTO DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN DE CO<sub>2</sub> EN CARBÓN EN LOS INCREMENTOS DE PRESION DE PRUEBAS ISOTERMICAS DE ADSORCIÓN

Bueno-Yamamoto Y. Y.<sup>1,2,3</sup>, Rodrigues C. F. A.<sup>3</sup>, Enciso-Cárdenas J. J.<sup>1,2</sup>, García-Calvillo I. D.<sup>2,4</sup>, Lemos de Sousa M. J.<sup>3</sup>, De la Rosa Rodríguez G.<sup>1,2</sup>, Moreira P. F.<sup>3</sup>, Camacho-Ortegón L. F.<sup>1,2</sup>, Bueno-Tokunaga A.<sup>1</sup>, Garza-Cavazos D. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de investigación en Geociencias Aplicadas, UAdeC.

<sup>2</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios, UAdeC.

<sup>3</sup> Universidade Fernando Pessoa (UFP).

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, UAdeC.

Autor de correspondencia: *Bueno-Yamamoto Y. Y. buenoyuriko@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Difusión, Adsorción, Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>.

### Resumen

El aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera representa uno de los principales retos ambientales de este siglo. Una de las estrategias propuestas para mitigar sus efectos es la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS, por sus siglas en inglés), donde formaciones geológicas profundas actúan como reservorios de largo plazo. Entre estas formaciones, el carbón destaca por su estructura microporosa y su afinidad química con el CO<sub>2</sub>, lo que lo convierte en un material adecuado para el almacenamiento geológico.

Los parámetros principales para evaluar la factibilidad para proyectos de inyección de CO<sub>2</sub> de una formación, es la capacidad de adsorción y desorción (Gensterblum, Van Hemert, Billefont, Bush, & Charriere, 2009). Para determinar este parámetro, se pueden utilizar modelos de isotermas de sorción. Otros parámetros importantes para considerar son: el coeficiente de difusión, afinidad y la permeabilidad. Estudios han demostrado que el coeficiente de difusión es un parámetro clave para entender la dinámica de almacenamiento, pues controla la velocidad a la cual el CO<sub>2</sub> penetra y se distribuye dentro de la matriz porosa, lo cual puede influir de manera económica en la factibilidad de un proyecto de almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

El objetivo de este trabajo es analizar las variaciones de los coeficientes de difusión de CO<sub>2</sub> en carbón, en función de los incrementos de presión en pruebas isotérmicas de adsorción realizadas bajo la técnica volumétrica. Para la obtención de los datos, la muestra fue preparada y acondicionada para ser analizada en un equipo de sorción diseñado para introducir CO<sub>2</sub> bajo condiciones de presión controlada. El procedimiento consistió en realizar pruebas de adsorción mediante incrementos de presión, registrando el comportamiento del gas en la muestra a lo largo del tiempo. Los datos obtenidos fueron



procesados con técnicas de reducción de ruido y ajuste de curvas para garantizar su confiabilidad. A partir de los registros experimentales se aplicó un modelo matemático simplificado para estimar los coeficientes de difusión en función del llenado progresivo de los poros del carbón.

Los resultados de la muestra analizada denotan que el coeficiente de difusión del CO<sub>2</sub> tiende a disminuir conforme la muestra se satura del gas. Este comportamiento se explica porque, a medida que los microporos se llenan, el transporte de moléculas hacia el interior del material se ve limitado. Aunque se trata de un primer análisis realizado en una sola muestra, los valores obtenidos son consistentes con lo reportado en estudios internacionales.

## Agradecimientos

Al CIGA-UAdeC, al equipo de trabajo de la UFP, por su apoyo y las facilidades en uso del laboratorio de gases para la realización de pruebas. Al Fondo de estancias sabáticas vinculadas a la consolidación de grupos de investigación convocatoria 2025 – SECIHTI (11038806), Estudio de las propiedades de adsorción/desorción de gas en muestras de carbón y su aplicación al almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> y aprovechamiento sustentable del CBM, Región Carbonífera de Coahuila, NE de México.

## Bibliografía

Alves R., C., Pimenta D., A., & Lemos de Sousa, M. (2016). Gas content derivative data versus diffusion coefficient. *Energy Exploration & Exploitation*, 606-620.

Gensterblum, Y., Van Hemert, P., Billefont, P., Bush, A., & Charriere, D. (2009). European interlaboratory comparison of high pressure CO<sub>2</sub> sorption isotherms. I: Activated carbon. *Carbon*, 2958-2969.

IPCC. (2007). *Cambio Climático, Informe de Síntesis*.

Mangal, S., & Shanmuga Priya, S. (2019). Metal-Organic Frameworks for carbon Dioxide Capture. *Sustainable Agriculture Reviews*, 169-191.

Martin Martínez, J. M. (1990). *Adsorción física de gases y vapores por carbones*. (S. d. Alicante, Ed.) Alicante España, España: Universidad de Alicante.



## ESTIMACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE CONCENTRACIONES DE GAS METANO EN UNA MINA SINIESTRADA Y/O ABANDONADA PARA GARANTIZAR CONDICIONES SEGURAS DE INGRESO

Caballero-Ramos H. N.<sup>1</sup>, De la Rosa-Rodríguez G.<sup>1</sup> y Enciso-Cárdenas J.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), 5 de febrero esq. con Blvd. Simón Bolívar #303-A Col. Independencia, Nueva Rosita, Coahuila, México.

Autor de correspondencia: *Caballero-Ramos HN. hector\_caballero@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Mina siniestrada, metano, ventilación, estimación de gases, seguridad minera, NOM-023-STPS-2012, NOM-032-STPS-2008.

### Resumen

Las minas subterráneas siniestradas y abandonadas representan uno de los mayores desafíos de seguridad minera debido a la acumulación de gases peligrosos, particularmente metano, que pueden alcanzar niveles explosivos o asfixiantes. La ausencia de sistemas activos de ventilación y de monitoreo continuo convierte cualquier ingreso en una operación de alto riesgo, impidiendo labores de inspección, rehabilitación o rescate. Frente a este problema, resulta indispensable establecer metodologías que permitan estimar y armonizar las concentraciones de gases con el fin de garantizar condiciones seguras para el personal técnico.

Este trabajo propone el diseño de un modelo integral de estimación y armonización de gases acumulados en minas siniestradas y abandonadas. La pregunta de investigación se centra en cómo evaluar de forma efectiva las concentraciones presentes, integrando mediciones reales y simulaciones técnicas, para definir criterios normativos y operativos que viabilicen el ingreso al sitio. El objetivo general es generar un esquema que combine herramientas de caracterización, modelado y control de gases, enmarcado en regulaciones vigentes de seguridad minera, particularmente la NOM-023-STPS-2012 y la NOM-032-STPS-2008.

Los objetivos específicos consideran, en primer lugar, la caracterización de las concentraciones de gas metano y otros compuestos asociados, mediante mediciones directas en distintos sectores de la mina. Posteriormente, se identifican los factores geotécnicos, estructurales y operativos que favorecen la acumulación de gases, tales como fallas de ventilación, sellos colapsados y condiciones de roca que impiden la dispersión. A continuación, se propone la evaluación de los patrones de distribución utilizando modelado espacial y simulación de flujo de aire, lo que permite representar la dinámica del gas en condiciones estáticas y de posible intervención técnica. Sobre esta base, se plantea una estrategia de armonización que contempla la aplicación de ventilación natural o forzada, técnicas de inertización mediante inyección de gases inertes,



o el sellado selectivo de sectores para aislar focos de riesgo. Finalmente, se establecen criterios técnicos que definen las condiciones mínimas de seguridad para autorizar el ingreso, tomando como referencia límites de exposición ocupacional y umbrales de inflamabilidad.

Metodológicamente, la investigación se ubica en un nivel integrativo y comprensivo, combinando enfoques exploratorios, descriptivos, analíticos y proyectivos. El carácter exploratorio responde a la carencia de datos previos confiables sobre las condiciones de gasificación; el descriptivo permite caracterizar gases y concentraciones; el analítico busca interpretar los mecanismos de acumulación y dispersión; y el proyectivo aporta soluciones técnicas para mitigar los riesgos. La integración de estos enfoques fortalece la validez del modelo propuesto.

En síntesis, el proyecto constituye una aportación técnica y metodológica para enfrentar la problemática de ingreso a minas subterráneas siniestradas. La estimación precisa de gases, junto con medidas de armonización ajustadas a las condiciones reales de cada mina, ofrecen un marco de seguridad indispensable para la protección del personal y la viabilidad de labores de rescate o rehabilitación. Este enfoque no solo se ajusta a las exigencias normativas mexicanas, sino que también contribuye al desarrollo de prácticas de referencia internacional en seguridad minera.

## **Agradecimientos**

Agradezco a profesionales, colegas y equipos técnicos por sus valiosas aportaciones que fortalecieron este trabajo. Reconozco a las familias y comunidades mineras, cuya confianza y fortaleza inspiran soluciones seguras e integrales para la estimación y armonización de gases en minas siniestradas.

## **Bibliografía**

ASTM International. (2021). ASTM D8333 – Standard guide for mapping gases in underground mines. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Hartman, H. L., & Mutmanský, J. M. (2002). Introductory mining engineering (2nd ed.). New York: WileyInterscience.

Kissell, F. N. (2006). Handbook for methane control in mining. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH



## IMPORTANCIA DE LA CINÉTICA DE TRANSFORMACIÓN DEL KERÓGENO EN EL MODELADO PETROMOD® PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN ÁREAS ESTRATÉGICAS

Garza-Cavazos D.M.<sup>1</sup>, Bueno-Yamamoto Y.Y.<sup>1,2</sup>, Nuñez-Useche F.<sup>3</sup>, Enciso-Cárdenas J.J.<sup>2</sup>, de la Rosa-Rodríguez G.<sup>1,2</sup>, González-Partida E.<sup>4</sup>, Camacho-Ortegón L.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila, Centro Cultural 2º piso. Ciudad Universitaria. Carretera México km 13. C.P., 25350, Arteaga, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila, Boulevard Simón Bolívar 303 A, Independencia, Nueva Rosita 26800, Coahuila, México.

<sup>3</sup> Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Alcaldía Coyoacán 04510, Ciudad de México, México.

<sup>4</sup> Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Carretera 57 km. 15.5, 76230 Santiago de Querétaro, Qro.

Autor de correspondencia: *Garza-Cavazos D.M.*, [dianagarzacavazos@uadec.edu.mx](mailto:dianagarzacavazos@uadec.edu.mx)

Palabras claves: Cinética, Kerógeno, Modelado.

### Resumen

En el contexto de la transición energética, el gas natural se ha posicionado como un recurso estratégico por su alto potencial de reservas y amplia distribución, actuando como un combustible puente entre las fuentes fósiles y las renovables no convencionales.

En México, el gas natural representa alrededor del 41% del consumo energético (IMCO, 2024); sin embargo, aunque la demanda aumenta, la producción ha disminuido en los últimos años, lo que ha incrementado la dependencia de las importaciones y representa un riesgo para la seguridad energética. Este escenario subraya la necesidad de mejorar las estrategias de exploración y aprovechamiento de los recursos gasíferos nacionales.

La evaluación de una cuenca sedimentaria, en términos de exploración petrolera, debe permitir comparar los tiempos de generación y expulsión de hidrocarburos con los tiempos formación y desarrollo de trampas, es decir, verificar la sincronía entre estos eventos (Dembicki, 2017). Este análisis es un requisito clave para cumplir con el objetivo principal de la exploración: estimar la cantidad de hidrocarburos generados, acumulados y su localización (Tissot & Welte, 1984). Para ello, el modelado de cuencas y sistemas petroleros ofrece un enfoque cuantitativo que ayuda a alcanzar estos objetivos y reducir la incertidumbre en la estimación de recursos.

El éxito de las simulaciones de los sistemas petroleros depende en gran medida de los modelos cinéticos que describen la transformación del kerógeno, precursor de los hidrocarburos, a lo largo del tiempo geológico. Su comportamiento es influido por factores



como la naturaleza de la materia orgánica, la fracción mineral de la roca y las variaciones térmicas en la cuenca, lo que complica extrapolar resultados entre distintas cuencas y formaciones.

Por ello, caracterizar la cinética del kerógeno y desarrollar modelos ajustados a las particularidades de cada roca generadora es clave para mejorar la precisión en la evaluación de reservas. No obstante, esta labor es compleja y costosa, sobre todo en etapas tempranas de exploración, cuando se cuenta con poca información.

Para facilitar las simulaciones, programas de modelado de sistemas petroleros como PetroMod®, utilizan modelos cinéticos predefinidos, que, si bien son útiles, tienden a simplificar la variabilidad del kerógeno, lo cual puede generar errores en las estimaciones. Ante esta limitación, se hace evidente la necesidad de metodologías que permitan determinar modelos cinéticos específicos para cada prospecto. Dichas metodologías deben integrar datos geoquímicos, como pirólisis Rock-Eval y petrografía, para caracterizar el kerógeno, construir modelos cinéticos y calibrarlos a las condiciones geológicas de la cuenca en estudio. De esta manera se busca establecer parámetros que reflejen con mayor precisión la evolución térmica y el potencial generativo real de cada sistema petrolero, haciendo posible reducir la incertidumbre y optimizar con mayor precisión las estrategias de exploración.

## Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el programa Estancias sabáticas vinculadas a la consolidación de grupos de investigación, convocatoria 2025 – SECIHTI, a través del Proyecto 11038806. Los autores también agradecen al Programa Nacional de Becas para Estudios de Posgrado, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), México.

## Bibliografía

Dembicki, H. (2017). Basin Modeling. In Practical Petroleum Geochemistry for Exploration and Production (pp. 273–308). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803350-0.00008-8>

IMCO. (2024). Gas natural: aliado de la transición energética y promotor de desarrollo y prosperidad. Ciudad de México.

Tissot, B. P., & Welte, D. H. (1984). Petroleum formation and occurrence (2nd ed.). Berlin: Springer-Verlag.



## METODOLOGÍA PARA LA DETECCIÓN DE CIMAS GEOLÓGICAS A BOCA DE POZO

Paz González B.<sup>1,2</sup>, Materano-Escalona L.S.<sup>1</sup>, Camacho Ortegón L. F.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Petróleos Mexicanos

Autor de correspondencia: *Paz González B., [geopaz19@gmail.com](mailto:geopaz19@gmail.com)*

Palabras claves: Detección de cimas geológicas.

### Resumen

La metodología para la detección de cimas geológicas a boca de pozo se elaboró con la finalidad de dar a conocer cómo se genera la información en un pozo exploratorio y de qué manera los geólogos de pozo podemos apoyarnos para poder detectar de una manera efectiva y precisa las cimas geológicas en tiempo real. El proceso para la detección de cimas geológicas aplicado a la perforación de pozos exploratorios se realizó integrando el análisis litológico, paleontológico y petrográfico, el análisis cualitativo de registros geofísicos y la lectura de los parámetros de perforación.

Cabe destacar que, en la exploración petrolera, la recolección de muestras de canal es de vital importancia. Deben tenerse en cuenta el espesor de la columna geológica del pozo y el intervalo. Si este es muy amplio, se pueden tomar muestras cada diez metros para el Cenozoico y cada cinco metros para el Mesozoico, teniendo en cuenta también el objetivo geológico del pozo. El procesamiento de las muestras depende del tipo de análisis que se vaya a realizar. Existen diferentes técnicas que deben aplicarse en función de las características de la roca. La descripción litológica a boca de pozo se centra en muestras de canal y núcleos. Mediante este análisis, se puede identificar y caracterizar el tipo de roca, así como sus características físicas y químicas. La información obtenida se utiliza para identificar posibles zonas de producción de hidrocarburos y tomar decisiones más acertadas durante la perforación de un pozo exploratorio.

La descripción litológica debe complementarse con láminas delgadas para poder definir la textura, los componentes, las estructuras sedimentarias, la diagénesis, la porosidad y el contenido mineralógico. En esta propuesta, se plantea un proceso para realizar descripción litológica y paleontológica a boca de pozo apoyándonos de los registros geofísicos en tiempo real y la lectura de los parámetros de perforación. De todas las rocas sedimentarias, las lutitas y las margas son las que más microfósiles pueden contener: foraminíferos planctónicos y bentónicos, diatomeas, ostrácodos, radiolarios y tintínidos. Las calizas también pueden contener microfósiles en abundancia, pero estos son más difíciles de extraer, por lo que se deben realizar láminas delgadas para poder observarlos en cortes. Las areniscas, al ser de mayor energía, no suelen contener foraminíferos planctónicos, sino escasos microfósiles, principalmente ostrácodos, conodontos,



foraminíferos bentónicos y esporas. Conocer la edad de los recortes que salen del pozo es el elemento clave para comprender la dinámica de las cuencas sedimentarias y poder establecer correlaciones entre sus distintos estratos los cuales pueden almacenar hidrocarburos.

## Agradecimientos

El autor extiende un agradecimiento al CIGA-UAdeC todo el apoyo proporcionado para la realización de esta investigación, a través del programa de Maestría en Geología de Hidrocarburos.

## Bibliografía

Rosales, D.M.C.2005.Asistencia técnica para el Desarrollo de trabajos de micropaleontología aplicada: Microfósiles del Mesozoico Instituto Mexicano del Petróleo-Exploración.ProyectoF.30642(Manual inédito).

Soto, F. 1985. Estudio taxonómico y distribución bioestratigrafía de los foraminíferos planctónicos del Cretácico Superior, en el Oriente de México. Instituto Mexicano del Petróleo. Subdirección de Tecnología de Exploración. Proyecto C-1164 (inédito).

Aguilera-Franco, N.2000.High resolution stratigraphy and paleoecology of the Cenomanian-Turonian succession, Southern Mexico, University of London, Imperial College of Science Technology and Medicine, Great Britian PH.D. Thesis,241p.



## DISEÑO DE SOFTWARE Y HARDWARE PARA LA EJECUCIÓN DE CONTROL VISUAL EN UNA PLATAFORMA MÓVIL OMNIDIRECCIONAL DE CUATRO RUEDAS

Muñiz Guevara J.R.<sup>1</sup>, Gómez Casas J.<sup>1</sup>, Toro Arcila C.A.<sup>1</sup>, Obregón Flores J.S.<sup>1</sup>, Ortiz Ramos D.E.<sup>1</sup>, Muñiz Valdez C.R.<sup>1</sup>, Ortiz Cuellar J.C.<sup>1</sup>, Melchor Campos C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Joel Ricardo Muñiz Guevara. joelmuniz@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Robótica móvil, Integración de sensores, Control servo-visual, Visión por computadora.

### Resumen

La integración de componentes electrónicos comerciales y de software de libre acceso para el público en general permite la creación de robots móviles de arquitectura abierta y con un diseño afín a las necesidades de la investigación en técnicas de control servo-visual. Esto requiere la incorporación de sensores visuales (video-cámara) en los robots móviles experimentales (robot omnidireccional de cuatro ruedas), lo que conlleva a un entorno experimental más personalizado y accesible, a diferencia de utilizar robots ya existentes en el mercado. Los simuladores ofrecen una alternativa inicial para realizar pruebas del comportamiento del control servo-visual; sin embargo, estos no replican condiciones reales como el ruido eléctrico, la variabilidad en la iluminación o el comportamiento no ideal de los sensores, lo cual afecta directamente el desempeño de técnicas como el control servo-visual.

Ante esta necesidad, se propone el desarrollo de una plataforma robótica omnidireccional de cuatro ruedas equipada con una cámara, que permitirá realizar desplazamientos precisos y controlados mediante ruedas tipo Mecanum. Esta plataforma estará basada en una Raspberry Pi como unidad central de control del robot, junto con la integración de dos módulos L298N para la manipulación independiente de cada uno de sus motores, que mediante la implementación de la cinemática del robot omnidireccional, permite el movimiento libre del robot mediante solo tres variables de velocidad frontales, laterales y rotativas ( $v_x$ ,  $v_y$ ,  $w$ ) integrado con el software de código abierto conocido como sistema operativo robótico (ROS, por sus siglas en inglés), el cual permite la comunicación entre el centro de procesamiento (la computadora) encargada del procesamiento de imágenes y los componentes conectados a la Raspberry Pi, como la cámara y los módulos de control de los motores. Esto se logra mediante la implementación de nodos (emisores) que se comunican entre sí mediante tópicos (receptores), lo que facilita la interacción de los distintos dispositivos y, a su vez, la implementación de sistemas de control servo-visual.

Con este proyecto, se busca proporcionar una herramienta para el desarrollo de investigación en entornos experimentales dedicados a las prácticas de automatización y



control, fomentando además la accesibilidad a tecnologías emergentes y promoviendo el desarrollo de diseño de plataformas robóticas más accesibles para la educativas. Como conclusiones, la comunicación establecida mediante ROS entre la Raspberry Pi y la computadora externa resultó para la correcta operación del sistema. La estructura de nodos implementada permitió coordinar la adquisición de imágenes, el procesamiento de la información y la emisión de comandos de control hacia los actuadores. Esta comunicación demostró ser estable y confiable, asegurando la sincronización entre percepción y acción del robot omnidireccional. la implementación del modelo cinemático del robot omnidireccional garantizó que los movimientos ejecutados correspondieran a los comandos de velocidad calculados.

El modelo permitió realizar desplazamientos en cualquier dirección del plano y giros sobre su propio eje, lo cual resultó esencial para que el robot pudiera corregir su posición en función del error. La relación entre las velocidades de las ruedas Mecanum y los movimientos globales del robot quedó verificada, confirmando la validez del modelo teórico en las pruebas experimentales. Su aplicación puede extenderse a la enseñanza, la validación de algoritmos y la creación de prototipos más complejos.

## Agradecimientos

Agradezco a la facultad de ingeniería por darme la oportunidad y herramientas para el desarrollo de este proyecto y a mis asesores por darme guía e información, y a SECIHTI por el apoyo económico.

## Bibliografía

David Fernando Monroy Moya. "Desarrollo de un prototipo de un robot móvil autónomo de bajo costo con Raspberry para realizar tareas de pick and place y trayectorias de despacho de materiales". En: Desconocido (2024).

Brayan Joseph Castillo Otoyá. "Control de trayectoria de un robot móvil omnidireccional en un entorno controlado". B.S. thesis. Universidad del Azuay, 2023.

Javier Soler Villora. "Control visual de un robot colaborativo sobre base omnidireccional móvil". En: Desconocido (2024).



## INTEGRACIÓN Y CONTROL DE BRAZO ROBÓTICO EN PLATAFORMA MÓVIL VISUAL, PARA BÚSQUEDA, RECONOCIMIENTO Y MANIPULACIÓN DE OBJETOS EN ENTORNOS ESTRUCTURADOS

Silva-de León M.A.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Gómez-Casas O.<sup>1</sup> y Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Silva-de León M.A. marcosilva@uadec.edu.mx*

Palabras claves: brazo robótico, manipulación de objetos, servo control visual, visión por computadora, entornos estructurados

### Resumen

La robótica móvil con capacidad de manipulación representa una de las áreas de mayor crecimiento e impacto dentro de la automatización inteligente, al combinar de manera integral movimiento, percepción y actuación en un solo sistema. Este campo no solo busca ampliar las funciones tradicionales de movilidad, sino que persigue la incorporación de manipuladores capaces de interactuar físicamente con el entorno, abriendo la puerta a aplicaciones más complejas y de alto valor en distintos sectores productivos. En este contexto, el presente trabajo aborda el diseño, desarrollo e implementación de un brazo robótico manipulador creado específicamente para integrarse en una plataforma móvil con base omnidireccional previamente construida. A diferencia de los enfoques convencionales, donde el énfasis principal recae en la optimización del desplazamiento de la plataforma, la contribución central de esta investigación se orienta hacia el diseño mecánico del brazo, su modelado cinemático y la implementación de estrategias de control servo visual, aspectos esenciales para asignar al sistema de autonomía en tareas de manipulación.

El proceso de metodología incluyó la modelación geométrica y cinemática del manipulador, el dimensionamiento estructural de eslabones y articulaciones, así como la selección precisa de materiales y servomotores, con el fin de alcanzar un equilibrio entre ligereza estructural, resistencia mecánica y capacidad de carga útil. Posteriormente, se desarrollaron algoritmos de cinemática directa e inversa, necesarios para definir trayectorias suaves, estables y precisas en la ejecución de tareas de manipulación. La integración de un sistema de visión por computadora permitió entregar al manipulador de retroalimentación en tiempo real, haciendo posible la implementación de un control servo visual capaz de guiar de forma autónoma el proceso de búsqueda, localización y manipulación de objetos en entornos estructurados. Las pruebas experimentales demostraron que el brazo robótico cumple con los requerimientos de precisión en el posicionamiento, mostrando además robustez frente a variaciones en la ubicación y orientación de los objetos. Los resultados evidencian una reducción significativa del error de posicionamiento, junto con una mejora sustancial en los tiempos de respuesta gracias



a la integración del control visual. En conclusión, este trabajo valida la pertinencia del brazo robótico con servo control visual como un componente clave para potenciar las capacidades de plataformas móviles inteligentes. Sus posibles aplicaciones abarcan ámbitos como líneas de ensamblaje, sistemas logísticos y escenarios asistenciales, consolidándose como una solución replicable, escalable y de gran relevancia en el campo de la robótica aplicada.

## Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Ingeniería por el apoyo brindado en mi formación y a SECIHTI por el respaldo económico otorgado, el cual fue fundamental para el desarrollo de este proyecto.

## Bibliografía

Hutchinson, S., Hager, G. D., & Corke, P. (1996). A tutorial on visual servo control. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 12(5), 651–670. doi:10.1109/70.538972

Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., & Scaramuzza, D. (2011). *Introduction to autonomous mobile robots* (2nd ed.). MIT Press.

García, C., & Aracil, R. (2014). Robotic manipulation and control in structured environments. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(2), 43–52. doi:10.14313/JAMRIS\_2-2014/13.



## CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA A PARTIR DE IMÁGENES SINTÉTICAS UTILIZANDO ENFOQUES NO SUPERVISADOS DE VISIÓN POR COMPUTADORA.

Covarrubias-Velazquez F.C.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Galindo-Valdés J.S.<sup>1</sup>, Murillo López J.A.<sup>1</sup>, Obregón-Flores. J.S.<sup>1</sup>, Gómez-Casas O.<sup>1</sup>, y Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Covarrubias-Velazquez F.C. Fcovarrubias@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Visión por computadora, Granulometría, Aprendizaje no supervisado, Análisis de imágenes.

### Resumen

El uso de granulometrías morfológicas, empleadas para describir la distribución de grano, forma, fibras y células, influye directamente en las propiedades mecánicas de los materiales. Una granulometría con estructuras alargadas tiende a conferir mayor resistencia, mientras que distribuciones muy heterogéneas pueden favorecer la aparición de fracturas en zonas de concentración de esfuerzos. La evaluación tradicional de la microestructura se basa en la comparación de imágenes obtenidas en microscopía con láminas patrón normalizadas. Entre los procedimientos más comunes se incluyen el conteo del número de granos en un área conocida y la determinación de intersecciones entre los límites de grano y las líneas de una retícula. Los métodos usados actualmente, regulados por la norma ASTM E112-13, dependen de comparaciones visuales o conteos manuales, lo que introduce subjetividad, incrementa el tiempo de análisis y limita la capacidad para procesar grandes volúmenes de micrografías.

El software especializado disponible para esta tarea representa una alternativa, aunque conlleva altos costos monetarios, así como largos tiempos de adquisición, dificultando su adopción en entornos industriales y de investigación. Los métodos avanzados de visión por computadora han evolucionado progresivamente: primero como herramientas de apoyo semiautomático y, más recientemente, como soluciones basadas en algoritmos de aprendizaje profundo supervisado. Esta técnica implica un costo computacional elevado y una compleja implementación mayor que los algoritmos comerciales, llegando a ser poco accesible para el uso cotidiano. Ante estas limitaciones, el presente trabajo propone una metodología sustentada en visión por computadora y algoritmos de aprendizaje no supervisado para la cuantificación y clasificación de la granulometría de materiales. El enfoque contempla la recolección y depuración sistemática de imágenes, junto con la incorporación de criterios matemáticos de ajuste que permiten automatizar el análisis.

Esta propuesta reduce la dependencia de evaluaciones manuales, mejora la uniformidad de los resultados y disminuye la intervención subjetiva del analista. Además, facilita el procesamiento de grandes volúmenes de datos y mantiene un bajo costo computacional,



superando tanto las restricciones de los procesos semiautomáticos como la alta demanda de recursos de los algoritmos supervisados. En consecuencia, la metodología presentada ofrece aplicaciones potenciales en control de calidad industrial, monitoreo metalúrgico y estudios de nuevos materiales.

## Agradecimientos

Agradezco a la SESyTI por otorgarme la Beca Nacional como primer autor. De igual manera, expreso mi gratitud a la Facultad de Ingeniería y al Laboratorio de Automatización por el apoyo y la colaboración brindados durante el desarrollo de este trabajo.

## Bibliografía

Mohammadzahi, M., Roostaei, M., Mirzadeh, H., Mahmudi, R., & Weißens teiner, I. (2024). Effect of cold rolling route and annealing on the microstructure and mechanical properties of AISI 316L stainless steel. *Materials Characterization*, 214, 114072.

ASTM International. (2021). ASTM E112-13: Standard test methods for determining average grain size / Métodos de prueba estándar para determinar el tamaño promedio de grano. Recuperado de <https://www.astm.org/e0112-24.html>

Devaux, M.-F., Bouchet, B., Legland, D., Guillon, F., & Lahaye, M. (2008). Macrovision and grey level granulometry for quantification of tomato pericarp structure. *Postharvest Biology and Technology*, 47(2), 199–209



## SISTEMA BASADO EN YOLOv8 PARA LA DETECCIÓN AUTOMATIZADA DE POROSIDAD EN SOLDADURAS

Muñiz Guevara J.R.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Gómez Casas J. <sup>1</sup>, Obregón Flores J.S.<sup>1</sup>, Ortiz Ramos D.E.<sup>1</sup>, Muñiz Valdez C.R.<sup>1</sup>, Ortiz Cuellar J.C.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Sureste.

Autor de correspondencia: *Carlos A. Toro-Arcila: carlos.toro@uadec.edu.mx*

Palabras clave: Detección de Defectos, Soldaduras, Ensayo No Destructivo (END), Control de Calidad, Redes Neuronales Convolucionales, YOLOv8.

### Resumen

La inspección de cordones de soldadura es esencial para garantizar la integridad estructural en diversas industrias, sin embargo, la detección manual de defectos como la porosidad suele ser subjetiva, lenta y propensa a errores por la fatiga del operario. Con el propósito de superar estas limitaciones, se diseñó e implementó un sistema automatizado basado en redes neuronales convolucionales, específicamente YOLOv8, entrenado con un conjunto de datos de 1,800 imágenes de soldaduras. Dicho dataset se aumentó mediante técnicas de aumentación, lo que permitió mejorar la robustez y capacidad de generalización del modelo.

En pruebas realizadas con un conjunto de datos independiente, el sistema alcanzó una precisión media promedio (mAP@0.5) del 79.6 % y un tiempo de inferencia cercano a un segundo por imagen utilizando una GPU NVIDIA RTX 2050. Estos resultados validan la propuesta como una herramienta confiable y objetiva para el control de calidad en procesos de soldadura, especialmente en entornos de inspección por lotes, donde ofrece una alternativa consistente frente a la variabilidad de la evaluación visual humana. El desarrollo del sistema se estructuró en varias etapas metodológicas. En primer lugar, se realizó la adquisición y etiquetado de datos, recopilando imágenes de cordones de soldadura y efectuando la anotación manual de los poros presentes. Posteriormente, se aplicó un proceso de aumentación de datos que incluyó transformaciones como rotación, volteo y desenfoque, con el fin de incrementar la diversidad del conjunto y mejorar la capacidad del modelo para reconocer defectos en diferentes condiciones.

A continuación, se llevó a cabo el entrenamiento del modelo YOLOv8, realizando un ajuste fino con el dataset personalizado para optimizar su rendimiento en la detección de poros. Seguidamente, se efectuó la evaluación del modelo empleando métricas estándar en visión por computadora, tales como Precisión, Recall y mAP, con el objetivo de medir la eficacia alcanzada. Finalmente, se desarrolló el sistema de detección, implementando el modelo entrenado para inspección automática y en tiempo cercano al real, orientado a aplicaciones de control de calidad. Los resultados obtenidos demuestran la efectividad del sistema propuesto. El valor de mAP@0.5 superior al 79.6 % ubica el rendimiento del



modelo al nivel de otras investigaciones recientes en el área, confirmando que la metodología de entrenamiento y el uso de aumentación de datos fueron adecuados para abordar este problema. Uno de los hallazgos más relevantes se relaciona con la velocidad de procesamiento: si bien un tiempo promedio de 1.29 segundos por imagen no alcanza el estándar de tiempo real (<30 ms), es considerablemente más rápido y uniforme que la inspección humana. Este desempeño resulta adecuado para aplicaciones de inspección “near real-time” o de control por lotes en estaciones específicas.

Durante la fase experimental también se observó que el modelo ofrece un mejor rendimiento en soldaduras limpias. La presencia de escoria, salpicaduras o contaminantes tiende a generar falsos positivos, lo cual sugiere que, para lograr una implementación industrial robusta, el sistema debe operar tras un proceso de limpieza del cordón, práctica habitual en protocolos de calidad. Más que una limitación, esta condición representa un requisito operativo claro que permite garantizar la fiabilidad de la detección automática

## Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Ingeniería por brindarme las herramientas y la oportunidad de llevar a cabo este proyecto, a mis asesores por su orientación y aportaciones, y a SECIHTI por el respaldo económico recibido.

## Bibliografía

R. Miao, Z. Jiang, Q. Zhou, Y. Wu, Y. Gao, J. Zhang, and Z. Jiang, “Online inspection of narrow overlap weld quality using two-stage convolution neural network image recognition,” *Machine Vision and Applications*, vol. 32, pp. 1–14, 2021.

H. Zhang, Z. Chen, C. Zhang, J. Xi, and X. Le, “Weld defect detection based on deep learning method,” in *2019 IEEE 15th international conference on automation science and engineering (CA- SE)*. IEEE, 2019, pp. 1574–1579.

B. Totino, F. Spagnolo, and S. Perri, “Riawelc: a novel dataset of radiographic images for automatic weld defects classification,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering Research*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2023.



## DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MARCO COMPUTACIONAL BASADO EN VISIÓN POR COMPUTADORA Y APRENDIZAJE PROFUNDO PARA LA INTERPRETACIÓN VISUAL EN TIEMPO REAL DE PRODUCTOS DE ABARROTES Y SUS PRECIOS EN ENTORNOS DE SUPERMERCADO

Zavala-Luna G.<sup>1</sup>, Sandoval-Gómez M.F.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup> y Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Zavala-Luna G. Zavala\_g@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Visión por computadora, aprendizaje profundo, detección de objetos en tiempo real, reconocimiento óptico de caracteres (OCR).

### Resumen

La interpretación automática de escenas visuales complejas y dinámicas, como las de un supermercado, representa una frontera significativa para los sistemas actuales de visión por computadora e inteligencia artificial. A pesar de los avances, la detección y reconocimiento robusto y en tiempo real de una vasta diversidad de objetos (abarrotes) junto con la extracción precisa de información contextual (precios) en entornos no controlados, con iluminación variable, oclusiones y alta densidad de elementos, sigue siendo un desafío científico fundamental. Esta limitación impacta directamente el desarrollo de tecnologías para los más de 2.6 millones de mexicanos y miles de millones globalmente con deficiencia visual, quienes enfrentan barreras significativas en tareas cotidianas como las compras autónomas.

La búsqueda de soluciones tecnológicas para asistir a personas con debilidad visual en sus actividades cotidianas ha explorado diversas vías. Enfoques iniciales se basaron en tecnologías como RFID para la identificación de objetos sin contacto (Fernández, 2012). Si bien es útil para objetos pre-etiquetados, estas soluciones presentan limitaciones intrínsecas en entornos dinámicos y no controlados como un supermercado, donde la mayoría de los productos no cuentan con etiquetas RFID y el objetivo es reconocer visualmente una amplia gama de artículos. Investigaciones más específicas utilizaron visión artificial para tareas concretas como el reconocimiento de billetes, pero a menudo requerían condiciones controladas (e.g., uso de un guante de color específico para delimitar el área de interés) y algoritmos de procesamiento de imagen tradicionales (HSV, binarización) (Tamayo Zapata, 2018). De manera similar, sistemas basados en algoritmos como Haar Cascade se enfocaron en la detección de objetos en entornos interiores, pero con limitaciones en la generalización y robustez ante la diversidad de productos comerciales (Guillen Salazar and Bonilla Bonilla, 2021).



La presente investigación adopta un enfoque metodológico experimental y cuantitativo, fundamentado en los principios de la visión por computadora, el aprendizaje profundo y el procesamiento de señales. Se basa en el marco teórico de las redes neuronales convolucionales (CNNs), el aprendizaje supervisado y los modelos de percepción artificial, con el objetivo de desarrollar y validar un marco computacional robusto para la interpretación visual en tiempo real de entornos complejos, como los supermercados. La estrategia se enfoca en abordar los desafíos científicos inherentes a esta tarea (variabilidad, densidad, integración objeto-texto) y generar conocimiento sobre la efectividad y limitaciones de los enfoques actuales, culminando en la evaluación de un sistema demostrador para asistencia visual.

El resultado científico principal de este proyecto será el desarrollo y validación de un marco computacional robusto para la interpretación visual en tiempo real (detección de productos y lectura de precios) en entornos complejos y no controlados como los supermercados, utilizando visión por computadora y aprendizaje profundo.

## Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, así como al Laboratorio de Automatización perteneciente a la misma.

## Bibliografía

Luis Enrique Ortiz Fernández. Sistema de identificación de objetos para personas invidentes usando la tecnología rfid. Ingenius, (8):38–44, 2012.

Kelly Johanna Tamayo Zapata. Sistema de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual mediante visión artificial. 2018.

María Fernanda Guillen Salazar and Telmo Jaime Bonilla Bonilla. Diseño e implementación de un prototipo embebido de reconocimiento de objetos por medio de visión artificial como ayuda a personas con deficiencia visual. 2021.



## INSPECCIÓN DE DAÑOS ESTRUCTURALES MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

Martinez-Jimenez E.I.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>, Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>, Gómez-Casas O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Martinez-Jimenez E.I. Enoc\_martinez@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Detección de daños, UAVs, visión por computadora.

### Resumen

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), 200,000 de las lesiones mortales ocurrieron en el sector de la construcción, lo que representa el 63% de todas las lesiones profesionales, principalmente en trabajos en altura donde los riesgos se incrementan. Una de las labores más riesgosas es en ambientes expuestos a elevadas alturas. Por lo anterior, los trabajadores están más propensos a sufrir lesiones mortales. Entre los daños más frecuentes en estructuras metálicas se encuentran fracturas, grietas, oxidación y porosidad. Estos daños son provocados por procesos de soldadura deficientes o por el ambiente al que se exponen. Para inspeccionar estas estructuras se usan métodos como la inspección con tintas penetrantes, un ensayo no destructivo que emplea líquidos fluorescentes para detectar discontinuidades superficiales. Otro método es el ultrasonido, que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar defectos internos y superficiales, y la radiografía industrial, que emplea rayos X o gamma para inspeccionar la integridad de materiales metálicos. Aunque son efectivos, aún requieren del uso de trabajadores en alturas, lo que pone en riesgo su seguridad. Aquí los vehículos aéreos no tripulados (UAVs) entran en función, facilitando rapidez, accesibilidad y evitando riesgos.

Uno de los problemas más notorios es la falta de precisión al realizar multidetección de fallas (Abubakr, Rady, Badran, & Mahfouz, 2024). Entre las técnicas usadas se encuentran filtros clasificadores, redes neuronales convolucionales y comparaciones sucesivas de inspecciones en busca de nuevos daños (Spencer, Hoskere, & Narazaki, 2019). Por otro lado, existen tecnologías como la detección por fibra óptica, cerámica piezoeléctrica (PZT), sensores inteligentes basados en cemento y detección de corrosión (Ou & Li, 2010). Aunque esto ha dado resultados eficientes aún falta resolver los problemas como la precisión en multidetecciones, la rapidez y accesibilidad en lugares de difícil acceso.

El primer paso de este proyecto es la toma de datos (dataset) para realizar el entrenamiento de la red neuronal, lo cual se conforma de tres tipos de clases o etiquetas las cuales son las siguientes: imágenes de fracturas, imágenes de oxidación e imágenes de porosidades. Una vez que se obtiene el dataset, se realiza una segmentación de cada falla, esto tiene el objetivo de mejorar y apoyar a la red neuronal que será entrenada una vez que se han segmentado todas las fallas obtenidas en el dataset. Para la red neuronal



se probarán tres modelos los cuales son YOLOv8, YOLO11-seg y por último RF-DETR, posteriormente una vez comparados los resultados se utilizará el más preciso para los objetivos del proyecto. Una vez entrenado el modelo, se procede a realizar el control del dron, lo cual se realiza por medio de control manual, además se realiza un control automático al momento de detectar la falla, lo anterior para obtener mejores referencias mediante un acercamiento autónomo del dron. Finalmente, una vez localizada la falla se manda un reporte con las fallas encontradas e información de utilidad para el operador como ubicación de la falla, imágenes de las fallas y el tipo de falla localizado.

## Agradecimientos

De igual manera, expreso mi gratitud a la Facultad de Ingeniería y al Laboratorio de Automatización por el apoyo y la colaboración brindados durante el desarrollo de este trabajo.

## Bibliografía

- Abubakr, M., Rady, M., Badran, K., & Mahfouz, S. Y. (2024). Application of deep learning in damage classification of reinforced concrete bridges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(1), 102297. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102297>.
- Spencer, B. F., Hoskere, V., & Narazaki, Y. (2019). Advances in computer vision-based civil infrastructure inspection and monitoring. *Engineering*, 5(2), 199–222. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.11.030>.
- Ou, J., & Li, H. (2010). Structural health monitoring in mainland China: Review and future trends. *Structural Health Monitoring*, 9(3), 219–231. <https://doi.org/10.1177/1475921710365269>.



## MONITOREO DE PERSONAS DE LA TERCERA EDAD EN ESTADO DE ABANDONO A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE VISIÓN POR COMPUTADORA

Zambrano Reyna L.<sup>1</sup>, Toro Arcila C.A.<sup>1</sup> y Gómez Casas J.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S. <sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Zambrano Reyna L. zambranol@uadec.edu.mx*

Palabras claves: visión por computadora, redes neuronales convolucionales, estimación de pose, adultos mayores, monitoreo de la salud, análisis biomecánico.

### Resumen

Actualmente se ha incrementado el número de personas de la tercera edad que fallecen en solitario en sus hogares debido a la falta de cuidados, según datos del INEGI en una encuesta realizada en años recientes 8 de cada 10 adultos mayores no reciben atención en sus hogares, lo que representa un 77.6% de esta población, aunado a esto, el 3.6% requiere algún cuidado adicional. Para brindar la atención necesaria, se han implementado casas de retiros con gran conocimiento del personal para atender las necesidades primordiales y especiales de las personas, sin embargo, el número de quienes la usan es mayor al personal disponible.

Por otra parte, las casas de las personas ofrecen comodidad; accesibilidad a los familiares; familiaridad de los espacios y flexibilidad en el movimiento y los horarios, por estas razones, los adultos mayores prefieren quedarse en sus casas, lo que complica el monitoreo del estado su estado de salud y cuidados adicionales que requieren.

Existen antecedentes de tecnologías creadas para el monitoreo del estado de salud de un paciente en cualquier lugar en que se encuentren, en los cuales se determina un análisis postural, temperatura, frecuencia cardiaca, entre otros datos. A pesar de ser una buena solución para vigilar el estado de salud de personas de la tercera edad, requieren el posicionamiento físico de los sensores en las personas, lo que vuelve el monitoreo incomodo e invasivo.

A través del uso de herramientas de visión por computadora tales como la detección de pose es posible diseñar e implementar un algoritmo capaz de detectar signos de alerta de accidentes o enfermedades en personas de la tercera edad. Con el uso de la visión por computadora se pueden desarrollar sistemas expertos, los cuales asisten a expertos para realizar tareas específicas.

El uso de redes neuronales convolucionales para el desarrollo de algoritmos, en especial en el uso de aprendizaje de máquina ha revolucionado el análisis de datos para el cuidado



de la salud, ayudando en el diagnóstico de varios desórdenes y condiciones. Este tipo de algoritmos se centran en la detección y estimación de pose, en donde se determina la postura de la persona en su jornada diaria para realizar un análisis postural, y determinar la estabilidad horizontal y vertical de la persona para el monitoreo de su condición física. Además de la detección de pose, existen trabajos previos en los que se realiza una detección facial para determinar las emociones del paciente tales como estrés, ansiedad, dolor o miedo.

Por lo cual, se creará un sistema experto apoyado por detección de pose con redes neuronales convolucionales e imágenes termográficas, el cual permita el monitoreo del estado de salud en personas de la tercera edad y al presentarse un signo de alerta por accidente o enfermedad, enviar una notificación a algún familiar cercano o cuidador designado.

## Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Ingeniería y al Laboratorio de Automatización por el apoyo brindado en mi formación y a la SECIHTI por el respaldo económico otorgado, el cual fue fundamental para el desarrollo de este proyecto.

## Bibliografía

Matsuzaka, Y., & Yashiro, R. (2023). AI-based computer vision techniques and expert systems. *Ai*, 4(1), 289-302. <https://doi.org/10.3390/ai4010014>

Roggio, F., Di Grande, S., Cavalieri, S., Falla, D., & Musumeci, G. (2024). Biomechanical posture analysis in healthy adults with machine learning: Applicability and reliability. *Sensors*, 24(9), 2929. <https://doi.org/10.3390/s24092929>

Lindroth, H., Nalaie, K., Raghu, R., Ayala, I. N., Busch, C., Bhattacharyya, A., . . . Herasevich, V. (2024). Applied artificial intelligence in healthcare: a review of computer vision technology application in hospital settings. *Journal of Imaging*, 10(4), 81. <https://doi.org/10.3390/jimaging10040081>



## DISEÑO DE INTERFAZ VISUAL-AUDITIVA PARA PERSONAS DEBILES VISUALES

Perez-Casillas A.R.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Perez-Casillas A. R. alanperez@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Interfaz Visual-Auditiva, debilidad visual, lentes inteligentes, visión por computadora, redes neuronales convolucionales, YOLOv8, tecnología asistencial.

### Resumen

Las tecnologías de sistemas de computadoras de placa única, como Raspberry Pi, han avanzado de manera significativa, siendo capaces de ser el cerebro de proyectos tecnológicos complejos, gracias a su mayor velocidad de respuesta. Sin embargo, aunque estos sistemas presentan mucha ventaja sobre microcontroladores, aún siguen siendo de hardware limitado, pero con un precio accesible. Esto da pauta a un nuevo reto, la creación de una interfaz visual-auditiva para asistir, a personas con debilidad visual, debido a que según datos del INEGI existen 2.6 millones de mexicanos con alguna deficiencia visual, impidiendo las tareas cotidianas del día a día de manera independiente, como lo es realizar compras en un supermercado.

En la búsqueda de soluciones tecnológicas para interfaces de asistencia para personas con debilidad visual, se han explorado diversas propuestas. En enfoques iniciales se basaron en tecnología de realidad aumentada, creando así unos lentes denominados "ARGLASS" (Castaño, 2015). Estos lentes, si bien pretenden ser una ayuda para las personas con debilidad visual total o parcial, mostraron que las personas pueden desenvolverse mejor en un entorno conocido, pero al tratar de llevarlas a un ambiente desconocido, los lentes dificultaban conocer el espacio. En siguientes investigaciones se propone un prototipo portátil, capaz de generar un espacio tridimensional, a partir de imágenes en dos dimensiones (Martínez, 2019), este prototipo contaba con dos cámaras asemejando los ojos y enviaba los datos a un guante que, por medio de vibraciones mecánicas, le indicaba al usuario que tan cerca o lejos se encontraba un obstáculo en el camino.

La presente investigación, adopta un enfoque metodológico para la creación de una interfaz visual-auditiva (prototipo de lentes). Utilizando una placa Raspberry Pi 4 modelo B, considerando su capacidad de cómputo, costo y tamaño, para adaptar un modelo de red neuronal convolucional (YOLOv8) a un formato apto para la arquitectura limitada con la que se cuenta, siendo este de Pytorch a ncnn. La adquisición de imágenes se hará mediante una cámara RGB monocular inalámbrica. La interfaz auditiva, se implementará



con un módulo de conversión de texto a voz, utilizando librerías como pytsx3 o gTTs, entregando su salida a unos audífonos de conducción coclear inalámbricos.

El resultado de este proyecto será la integración de una red neurona convolucional, corriendo en tiempo casi real, y en sinergia con un módulo de transformación de texto a voz, para crear unos lentes que puedan asistir a personas con alguna debilidad visual, en tareas cotidianas, como lo es realizar compras en un supermercado. Detectando un producto y su precio, y dando retroalimentación auditiva al usuario del nombre de este y su costo.

## Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias a la Facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, así como al Laboratorio de Automatización perteneciente a la misma.

## Bibliografía

Castaño Rivera, S., Peinado, Y. J., & Carmona Brand, E. (2015). Construcción de un dispositivo de bajo costo como herramienta de apoyo en la identificación de objetos dentro de una residencia a personas con discapacidad visual utilizando realidad aumentada.

Cruz, S. M. (2019). Desarrollo de prototipo para detección de obstáculos en personas invidentes por medio de visión artificial (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.



## INGENIERÍA INVERSA Y ROBÓTICA COLABORATIVA PARA LA PERSONALIZACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS: UN ENFOQUE EN LA RECONSTRUCCIÓN DE ENGRANAJES

Matezans Hernández E.J.<sup>1</sup>, Jiménez Navarro O.A.<sup>1</sup>, Gómez Casas J.<sup>1</sup>, Galindo Valdés, J.S.<sup>1</sup>, Muñiz Valdez C.R.<sup>1</sup>, Martínez Villafañe J.F.<sup>1</sup>, Ortiz Cuéllar, J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Erick Josue Matezans Hernández*,  
*erickmatezans@uadec.edu.mx*

Palabras claves: ingeniería inversa, escaneo 3D, robot industrial; engranajes, CAD manipulable.

### Resumen

La creciente demanda de soluciones industriales que permitan extender la vida útil de los equipos ha puesto de manifiesto la importancia de la ingeniería inversa aplicada a componentes de alto desgaste, como los engranajes. Estos elementos son fundamentales en la transmisión de potencia mecánica, pero su reposición suele enfrentarse a la ausencia de planos tridimensionales precisos, generando costos elevados y largos tiempos de inactividad en la industria. Ante este desafío, el presente trabajo propone una metodología basada en la integración de un robot industrial de seis grados de libertad, sometido a un proceso de reingeniería, con un escáner 3D de alta precisión. El objetivo principal es obtener modelos CAD manipulables que permitan la reproducción y personalización de engranajes mediante manufactura digital.

El enfoque metodológico contempla la reutilización de un robot Fanuc R-2000iA/210F, rehabilitado para ejecutar trayectorias programadas de escaneo, garantizando repetibilidad y reduciendo los errores comunes de captura manual. A través de la integración del escáner Creality CR-Scan Ferret Pro, se capturaron nubes de puntos con resoluciones de hasta 1.2 millones de puntos y precisiones de  $\pm 0.1$  mm, superando en más de cinco veces la densidad obtenida con dispositivos de bajo costo como Kinect. Para la validación del sistema se establecieron parámetros experimentales: velocidad de desplazamiento constante de 140 mm/s, distancia óptima de 30 cm entre objeto y escáner, trayectorias continuas libres de pausas abruptas e iluminación uniforme con fuentes LED de 500 lúmenes. Estos ajustes permitieron generar modelos tridimensionales completos, alineados y libres de distorsiones geométricas.

Los resultados muestran que la combinación de reingeniería robótica y tecnologías de escaneo 3D no solo recupera la funcionalidad de robots industriales obsoletos, sino que habilita nuevas aplicaciones de alto valor académico e industrial. En términos comparativos, el sistema propuesto reduce en un 40% el tiempo de procesamiento frente a métodos manuales y entrega archivos STL/OBJ con pesos moderados (30–80 MB),



adecuados para ser procesados en software CAD/CAM. La calidad obtenida asegura la posibilidad de modificar, escalar o adaptar los diseños de engranajes a necesidades específicas, lo que abre la puerta a una manufactura flexible y sostenible.

En conclusión, la presente investigación demuestra la viabilidad de emplear robots reconfigurados como plataformas colaborativas para ingeniería inversa de componentes mecánicos. El impacto es doble: por un lado, fortalece la formación de estudiantes en contextos de manufactura avanzada y, por otro, aporta a la industria regional una alternativa sostenible para la recuperación y personalización de engranajes críticos.

## Agradecimientos

Se agradece al laboratorio de Procesos de Manufactura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila por el apoyo en infraestructura y equipo.

## Bibliografía

Jiménez-Navarro, O. A., Gutiérrez-Alvarado, F. G., Gómez-Casas, J., Silva de León, M. A., Hernández-Flores, J. E., Galindo-Valdés, J. S., & Muñiz-Valdez, C. R. (2024). Reingeniería de un robot industrial de seis grados de libertad para su aplicación en el proceso GMAW. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila, e Innova Bienestar de México.

IMPLEMENTACIÓN DEL ESCÁNER 3D PARA GENERAR PIEZAS DE REPUESTO PARA EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS. (BU OSORIO E. Y., 2019) <https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/tesis/941001262.pdf>.

López Escogido, D. (2016). Escáner 3D de alta precisión (Tesis de doctorado). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Zacatenco, Departamento de Computación, Ciudad de México.



## ESTUDIO PRELIMINAR DEL MODELADO DINÁMICO DEL TRÁFICO URBANO EN PUENTES MEDIANTE ECUACIONES DIFERENCIALES Y REDES NEURONALES ADAPTATIVAS

Cepeda-Rodríguez F.<sup>1</sup>, Vázquez-Gutiérrez L.A.<sup>1</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>, Muniz-Valdés C.R.<sup>1</sup>, Parga-Torres J.R.<sup>2</sup> y Briones-Ramírez C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Campus Arteaga, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Saltillo.

<sup>3</sup> Universidad del Valle de Santiago, Unidad Saltillo

Autor de correspondencia: *Cepeda-Rodríguez F. franciscocepeda@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Tráfico Vehicular, Ecuaciones Diferenciales, Redes Neuronales Dinámicas, Control Inteligente de Tráfico

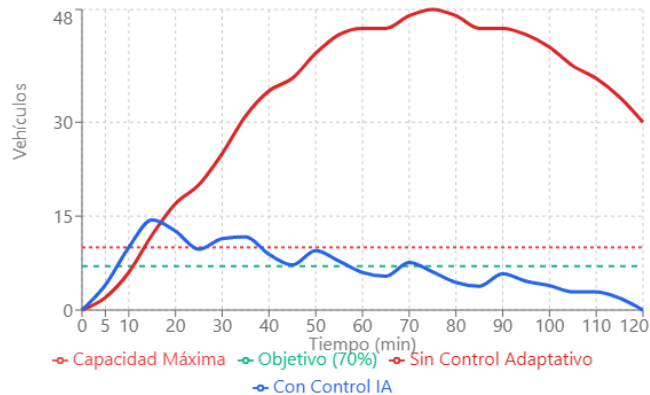
### Resumen

La creciente urbanización y el aumento sostenido del parque vehicular han generado problemas severos de congestión en infraestructuras viales críticas, como puentes e intersecciones estratégicas. En particular, los métodos tradicionales de análisis del tráfico suelen basarse en enfoques estáticos que no representan adecuadamente la evolución temporal del flujo vehicular. Ante esta limitación, el presente trabajo propone un enfoque dinámico que integra ecuaciones diferenciales con redes neuronales adaptativas para modelar y controlar el tráfico urbano. Las ecuaciones diferenciales permiten describir matemáticamente la acumulación y liberación de vehículos en función del tiempo, mientras que la inteligencia artificial aporta capacidades de aprendizaje y ajuste en tiempo real. El objetivo principal es mantener un flujo vehicular estable y cercano a la capacidad óptima, reduciendo episodios de saturación y embotellamiento en un puente urbano de un solo carril.

El tráfico vehicular puede representarse como un sistema dinámico en el que la densidad de vehículos depende de la tasa de entrada y salida, lo cual puede modelarse mediante ecuaciones diferenciales ordinarias. Estudios previos han demostrado que estos modelos son útiles para describir tendencias generales, pero presentan limitaciones cuando las condiciones cambian de forma abrupta. Para superar esta restricción, se incorpora una red neuronal dinámica que ajusta de manera adaptativa los parámetros del sistema. Como caso de estudio, se analizó una intersección con semáforo ubicada frente a la UAdeC campus Arteaga, donde se presenta una acumulación significativa de vehículos en horas pico. El muestreo se realizó durante el horario de mayor congestión, considerando un cruce con capacidad máxima de 10 vehículos. La red neuronal utiliza una función de pérdida basada en la diferencia entre la densidad real y la densidad objetivo, actualizando sus pesos y sesgos para mantener el sistema cerca de un estado óptimo.



Los resultados preliminares muestran una mejora significativa al aplicar el control adaptativo basado en inteligencia artificial.



Sin control, se registraron 22 intervalos con saturación, alcanzando un máximo de 48 vehículos acumulados. En contraste, con el control adaptativo activo, la saturación se redujo a solo 4 intervalos, con un máximo de 14.4 vehículos, lo que representa una reducción del 82 % en los episodios críticos. La red neuronal incrementa dinámicamente la tasa de salida cuando detecta congestión, manteniendo la densidad vehicular cercana al valor objetivo de 7 vehículos. En conclusión, la integración de ecuaciones diferenciales con redes neuronales dinámicas demuestra ser una estrategia eficaz para mitigar la congestión y estabilizar el flujo vehicular. Estos resultados respaldan el potencial del enfoque para aplicaciones futuras en sistemas de control de tráfico más complejos.

## Bibliografía

Kerner, B. S. (2017). Breakdowns in traffic networks: Fundamentals of transportation science. Berlin, Germany: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54473-0>

Papageorgiou, M., Diakaki, C., Dinopoulou, V., Kotsialos, A., & Wang, Y. (2003). Review of road traffic control strategies. *Proceedings of the IEEE*, 91(12), 2043–2067. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2003.819610>

Lv, Y., Duan, Y., Kang, W., Li, Z., & Wang, F. Y. (2015). Traffic flow prediction with big data: A deep learning approach. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(2), 865–873. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2345663>.



## ESTUDIO DE LA MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE ACERO PARA HERRAMIENTAS H13 MEDIANTE GTAW

Hernández-Flores J.E.<sup>1, 2</sup>, Rodríguez-Vargas B.R.<sup>1</sup> y Miranda-Pérez A.F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> InnovaBienestar de México.

<sup>2</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>3</sup> Engineering Department, Mechatronics, Bionics and Aerospace, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

Autor de correspondencia: *Hernández-Flores J.E., [jorge.hernandez@innovabienestar.mx](mailto:jorge.hernandez@innovabienestar.mx)*

Palabras claves: modificación superficial; proceso GTAW; acero H13; tratamiento térmico.

### Resumen

El acero H13 es un material ampliamente utilizado en procesos de fabricación donde los ambientes son altamente oxidantes, un ejemplo son los dados de forja y las matrices de extrusión de aluminio. En estos entornos, la combinación de temperaturas elevadas y la acción corrosiva del aluminio fundido generan degradación acelerada del material, formación de capas intermetálicas y picaduras por corrosión. Como alternativa a esta problemática, se emplean técnicas de modificación superficial a través de la deposición de recubrimientos mediante procesos de soldadura tales como las tecnologías láser, la transferencia de metal en frío (CMT), la soldadura por arco metálico con gas (GMAW) y la soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW), utilizando metales de aporte ricos en níquel o cromo para garantizar una mayor resistencia. Sin embargo, las uniones disimiles entre aceros al carbono y aleaciones base Ni-Cr plantean retos asociados a la soldabilidad, la composición química y los efectos térmicos y metalúrgicos en la unión, los cuales influyen directamente en las propiedades mecánicas del recubrimiento.

En este contexto, el estudio se centra en la evaluación de la evolución microestructural y mecánica de la soldadura de refuerzo depositada mediante el proceso GTAW sobre un acero para herramientas H13, sometido a tratamientos térmicos de temple y revenido. Para ello, se utilizaron cuatro muestras que fueron enfriadas en aceite tras un calentamiento a 900 °C (temple), seguidas de ciclos de revenido a 400, 450, 500 y 550 °C.

Los resultados macroestructurales revelaron la ausencia de poros o grietas, con una adecuada unión de los cordones al sustrato y porcentajes de dilución que oscilaron entre 34.29% y 37.21%. Asimismo, se observó un incremento progresivo de la zona afectada por el calor (ZAC) conforme aumentaba el número de cordones depositados, debido a la acumulación de calor y a la mayor penetración del material fundido. El análisis microestructural mostró que los recubrimientos están compuestos principalmente por austenita, con granos columnares tanto en la superficie como en la zona central del recubrimiento.



Las pruebas de microdureza evidenciaron un comportamiento en las sub-zonas en la ZAC. Mientras que la microdureza del recubrimiento osciló entre 150 HV0.5 y 250 HV0.5, en la interfaz la microdureza alcanzó valores superiores a 700 HV0.5, especialmente en las muestras M1 y M3. Posteriormente, la microdureza descendió drásticamente en la zona intercrítica de la ZAC, llegando a valores de 275 HV0.5, para luego aumentar nuevamente hasta llegar al sustrato.

En conclusión, la calidad de los recubrimientos está estrechamente relacionada con los parámetros de soldadura, los ciclos de temperatura durante el proceso y los tratamientos térmicos, los cuales determinan la microestructura final y la distribución de la microdureza. El empleo de recubrimientos base Ni sobre acero H13 demuestra ser una alternativa viable para prolongar la vida útil de componentes sometidos a condiciones severas, incrementando sus propiedades frente a la corrosión y el desgaste.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo para el desarrollo del proyecto.

## Bibliografía

Dak, G., Singh, V., Kumar, A., Sirohi, S., Bhattacharyya, A., Pandey, C., Pandey, S.M.: Microstructure and mechanical behaviour study of the dissimilar weldment of 'IN82 buttered' P92 steel and AISI 304L steel for ultra super critical power plants. *Mater Today Commun.* 37, 107552 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.107552>.

Saffari, H., Shamanian, M., Bahrami, A., Szpunar, J.A.: Effects of ERNiCr-3 butter layer on the microstructure and mechanical properties of API 5L X65/AISI304 dissimilar joint. *J Manuf Process.* 50, 305–318 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.12.028>.

Kaur, H., Singh, H.: Improving pitting corrosion resistance of AISI 316L weld overlays via Inconel 82 additions. *Mater Today Proc.* 62, A7–A13 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.472>.



## EVALUACIÓN DE UNIONES DE INCOLOY 909 UTILIZANDO INCONEL 625 COMO METAL DE APORTE PARA APLICACIONES EN TANQUES DE PRESIÓN

Páramo-Kañetas P.J.<sup>1</sup>, Rodríguez-Vargas B.R.<sup>2</sup>, Guerrero-Mata M.P.<sup>3</sup> y Hernández-Flores J. E.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> School of Engineering and Sciences, Tecnológico de Monterrey.

<sup>2</sup> InnovaBienestar de México.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León.

<sup>4</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Hernández-Flores J.E., [jorge.hernandez@innovabienestar.mx](mailto:jorge.hernandez@innovabienestar.mx)*

Palabras claves:

### Resumen

La industria aeroespacial, energética y petroquímica exige materiales capaces de operar en condiciones extremas, como altas temperaturas y ambientes corrosivos, manteniendo propiedades mecánicas sobresalientes. Entre estos, destaca el Incoloy 909, una superaleación a base de níquel, cobalto y hierro, reconocida por su bajo coeficiente de expansión térmica. Debido a estas características, se emplea en componentes sometidos a fuertes gradientes térmicos, incluyendo tanques de presión y sistemas críticos.

La unión de estas superaleaciones mediante procesos de soldadura es fundamental para su aplicación industrial. Métodos como la soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW), la soldadura por fricción y la soldadura láser han demostrado eficacia. Sin embargo, la calidad del cordón depende de lograr propiedades mecánicas estables y microestructuras óptimas en las zonas fusionadas y afectadas por el calor. En particular, el empleo de metales de aporte distintos al material base puede modificar significativamente las características finales del ensamble.

En este estudio se evaluó la soldadura de Incoloy 909 utilizando Inconel 625 (ERNiCrMo-3) como material de aporte, con el objetivo de analizar su comportamiento microestructural y mecánico para aplicaciones en tanques de presión. El Inconel 625 contiene cromo y molibdeno, lo que le confiere resistencia a la corrosión y buena ductilidad, propiedades deseables en entornos agresivos.

Se trabajó con tres placas de Incoloy 909 (espesor 4.6–5 mm) sobre las que se depositaron cordones mediante GTAW, empleando corriente continua y protección de argón puro. Se variaron parámetros de corriente, voltaje y velocidad, generando tres condiciones de aporte térmico distintas (C1, C2 y C3). Posteriormente, las muestras fueron preparadas metalográficamente, atacadas químicamente y analizadas mediante microscopía óptica y ensayos de microdureza Vickers.



Los resultados mostraron que las condiciones de soldadura influyen directamente en la penetración y la calidad de la unión. La muestra C1, con menor voltaje y mayor velocidad, presentó falta de penetración, lo cual compromete la integridad estructural en aplicaciones de presión. En contraste, C2 y C3 alcanzaron penetración completa, garantizando mejor continuidad entre el metal base y el de aporte.

A nivel microestructural, se observaron dendritas columnares en la zona de fusión, asociadas al gradiente térmico durante la solidificación, así como granos equiaxiales en la zona de mezcla no homogénea (UMZ). Esta transición refleja la interacción entre las temperaturas de fusión distintas del Incoloy 909 y el Inconel 625. Además, el tamaño de grano más fino en la UMZ explicó los mayores valores de dureza respecto al metal base.

En cuanto a microdureza, el Inconel 625 mostró valores entre 180–200 HV0.5, consistentes con la bibliografía. La zona afectada por el calor (HAZ) presentó un rango de 220–250 HV0.5, mayor que el cordón, pero menor que los 450–550 HV0.5 típicos del Incoloy 909 envejecido. Este fenómeno se relaciona con la suavización por efecto térmico en la HAZ.

En conclusión, la evaluación demostró que la combinación Incoloy 909 – Inconel 625 es viable para aplicaciones críticas como tanques de presión, siempre que se optimicen los parámetros de soldadura. La correcta selección del aporte térmico permite obtener penetración total y una microestructura balanceada, asegurando resistencia mecánica y estabilidad frente a la corrosión.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León y a InnovaBienestar de México por las facilidades para desarrollar la presente investigación.

## Bibliografía

- Roder, O., Albrecht, J., & Lu tjerling, G. (2006). Microstructure and mechanical properties of an inertia friction welded INCOLOY alloy 909–INCONEL alloy 718 joint for rotating applications. *Materials at High Temperatures*, 23(3-4), 171-177
- Henderson, M. B., Arrell, D., Larsson, R., Heobel, M., & Marchant, G. (2004). Nickel based superalloy welding practices for industrial gas turbine applications. *Science and technology of welding and joining*, 9(1), 13-21.
- Jamrozik, W., Go rka, J., & Kik, T. (2021). Temperature-based prediction of joint hardness in TIG welding of Inconel 600, 625 and 718 nickel superalloys. *Materials*. 2021; 14: 442.



## EVALUACIÓN DE LA UNIÓN AL-CU MEDIANTE EL PROCESO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN-AGITACIÓN

Sandoval-Gómez M.F.<sup>1</sup>, Hernández-Flores J. E.<sup>2, 3</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Rodríguez-Vargas B.R.<sup>2</sup> y Ortiz-Cuellar J. C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> InnovaBienestar de México.

<sup>3</sup> Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Hernández-Flores J.E. jorge.hernandez@innovabienestar.mx*

Palabras claves: FSW; aluminio 6061; cobre C11000; discontinuidades.

### Resumen

El proceso de soldadura por fricción-agitación (FSW) ha surgido como una alternativa viable frente a los métodos de soldadura por fusión para la unión de aleaciones disímiles de aluminio y cobre, las cuales son ampliamente utilizadas por diversas industrias como la aeroespacial y automotriz debido a su ligereza y resistencia, sin embargo, las diferentes propiedades químicas, físicas y mecánicas del Al y Cu presentan desafíos para lograr uniones de calidad.

El uso de procesos de soldadura por arco como GTAW o GMAW para la unión de estos materiales representa grandes retos debido a que la entrada de calor que se aplica durante el proceso puede afectar las características mecánicas de los materiales y la calidad de la unión, estudios anteriores han demostrado que, con los parámetros de velocidad de rotación y velocidad de avance adecuados, se puede conseguir una correcta unión disímil entre aluminio y cobre mediante el proceso FSW.

Para obtener la resistencia deseada de la unión es importante tener control sobre la velocidad de rotación y el desplazamiento del pasador ya que estos generan la entrada de calor necesaria para realizar la soldadura. Es crucial tener control sobre la entrada de calor ya que es el factor más influyente en la microestructura y en las propiedades mecánicas de la unión.

En esta investigación se realizó la unión de placas de aluminio 6061-T6 y cobre C11000 mediante FSW bajo diferentes parámetros de velocidad de rotación (850, 1000, 1150, 1300 y 1450 rpm) y velocidad de avance (20, 40, 60, 80 y 100 mm/min) con el objetivo de valuar el efecto de la selección de parámetros en la microestructura y propiedades mecánicas de las uniones. El proceso de soldadura se llevó a cabo en un centro de maquinado CNC Supermax Rebel MAX-3. Además, se diseñó un pin de acero AISI H13 para la ejecución del proceso.



Los resultados obtenidos exhibieron una mayor cantidad de defectos presentes en las muestras correspondientes a los parámetros 850 rpm–20 mm/min y 1450 rpm–100 mm/min, mientras que en las muestras correspondientes a los parámetros 1000 rpm–40 mm/min y 1150–60 mm/min se observa una disminución de los defectos presentes en la soldadura. Al controlar las condiciones del proceso se puede reducir significativamente la presencia de defectos los defectos y obtener uniones de alta calidad.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila y a InnovaBienestar de México por las facilidades para desarrollar la presente investigación.

## Bibliografía

Al-Badour, F., Bawagnih, A.H., Ali, A., Suleiman, R.K., Merah, N.: Surface cracks repair in AA6061-T6 aluminum alloys using friction stir processing. *Journal of Advanced Joining Processes*. 12, 100340 (2025). <https://doi.org/10.1016/j.jajp.2025.100340>.

Liu, I., Bor, T.C., Allison, P.G., Jordon, J.B.: Additive friction stir deposition of aluminum alloys: A critical review. *Mater Des*. 258, 114543 (2025). <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.114543>.

Qiao, Q., Tang, C.I., Lam, W.I., Pu, J., Shi, H., Qian, H., Li, Z., Guo, D., Zhang, D., Kwok, C.T., Tam, L.M.: Effect of heat input on microstructure and mechanical properties of AA6061 alloys fabricated by additive friction stir deposition. *Journal of Materials Research and Technology*. 33, 6182–6195 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.10.256>.



## ANÁLISIS DEL EFECTO DE PARÁMETROS LÁSER EN REVESTIMIENTOS SOBRE LA ALEACIÓN AL 7075

Lucio-Cerecero A.<sup>1</sup>, García-Vázquez F.<sup>1</sup> y Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Lucio-Cerecero A. [adlucioc@uadec.edu.mx](mailto:adlucioc@uadec.edu.mx)*

Palabras claves: Revestimientos, Dilución, Aleación Al 7075.

### Resumen

Se investigó el efecto de los parámetros del proceso láser en la calidad de los revestimientos aplicados sobre la aleación de aluminio Al 7075. Esta aleación, ampliamente utilizada en las industrias aeroespacial y automotriz por su alta relación resistencia-peso, presenta limitaciones en su resistencia al desgaste superficial y a la corrosión, lo que incita la aplicación de revestimientos mediante tecnologías avanzadas. El estudio se centra en analizar cómo variables como la potencia del láser, la velocidad de avance, el flujo de polvo y la concentración del polvo, influyen en la microestructura, la adhesión y las propiedades mecánicas del recubrimiento depositado. Para ello, se emplean técnicas de caracterización como microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido, análisis de dureza y ensayos de desgaste. Los resultados permiten identificar condiciones de procesamiento óptimas que mejoran la calidad del revestimiento sin comprometer la integridad del sustrato base. Este análisis proporciona una base sólida para la optimización del proceso láser en aplicaciones de ingeniería de superficies sobre aleaciones ligeras, contribuyendo al desarrollo de componentes más duraderos y eficientes.

Estos experimentos se realizaron sobre placas de la aleación de aluminio 7075, con medidas 20 x 30 x 1 cm. Se llevaron a cabo revestimientos sobre las placas, para esto se depositaron polvos de boruro de titanio en una concentración de hasta el 10% de dilución. Se realizó un modelo para determinar el ancho, profundidad y dureza del material depositado. El diseño de experimentos se realizó usando 4 factores: Potencia del láser, velocidad de avance, flujo de polvo, y concentración del polvo. Para el diseño de experimentos fue necesario establecer los parámetros a evaluar y la respuesta de salida, el factor inicial a evaluar es la potencia del láser el cual varía en 4 niveles: 1000, 2000, 2500 y 3000 watts. La velocidad de avance se evaluó en 3 niveles: 8, 10 y 12 mm/s. El flujo de polvo tuvo 2 niveles: 10 g/min y 20 g/min. La concentración de polvo 2 niveles: 0% y 10%. Este diseño se realizó usando el software estadístico Minitab, el cual permitió obtener un diseño factorial.

Una vez que se tuvieron los parámetros y niveles, se introdujo en el software el número de réplicas para cada experimento, en este caso 2, así como los valores usados para cada nivel, con esto se obtuvo un resultado de 96 experimentos.



La medición de dureza de los recubrimientos se realizó con un durómetro TUKON 2500. Aplicando una carga de 500 gf durante 10 segundos, conforme a la norma ASTM E384. Realizando cinco mediciones en distintas zonas del recubrimiento de las muestras.

Los resultados muestran que:

- Potencias altas (2500–3000 W) mejoran la fusión y profundidad del recubrimiento.
- Velocidades bajas (8 mm/s) favorecen la uniformidad y adhesión del recubrimiento.
- El flujo de polvo y la concentración del boruro de titanio fueron determinantes en la microestructura y dureza del revestimiento. Una concentración del 10% con flujo de 20 g/min mostró un incremento significativo en la dureza superficial.
- Las mediciones de dureza (mediante microdureza Vickers) mostraron un aumento de hasta un 40% en comparación con el sustrato sin revestir.
- Análisis microestructurales confirman una buena integración del recubrimiento y baja porosidad.

Se desarrolló un modelo predictivo que relaciona los parámetros del proceso láser con las propiedades del recubrimiento, para mejorar superficies de componentes en Al 7075.

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Felipe García Vázquez por su asesoría y orientación técnica, a InnovaBienestar por brindar acceso a su equipo y tecnología, y a la Facultad de Ingeniería por el apoyo académico brindado durante el desarrollo de esta investigación.

## Bibliografía

Kunar, S., & Chatterjee, P. (2024). *Laser assisted machining: Processes and applications*. Wiley.

Wang, X., Zhang, D., Li, A., & Li, T. (2024). A review on traditional processes and laser powder bed fusion of aluminium alloy microstructures, mechanical properties, cost and applications. *Materials*, 17(11), 2553. <https://doi.org/10.3390/ma17112553>

Cavaliere, P. (2021). *Laser cladding of metals*. Kindle Edition.



## MODIFICACION DE UN ALUMINIO A-6061 T6 MEDIANTE UNA ALEACION MAESTRA AL-MG-CE

Ramírez-Garza J.E.<sup>1</sup>, Luna-Álvarez J.S<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Ramírez-Garza J.E.*, [ramirez\\_eduardo@uadec.edu.mx](mailto:ramirez_eduardo@uadec.edu.mx)

Palabras claves: Al-6061 T6, Tratamiento térmico T6, Propiedades mecánicas, reciclaje latas de bebida.

### Resumen

El aluminio no se encuentra en estado puro dentro de la naturaleza, pero es el metal no ferroso más abundante de la corteza terrestre, encontrado principalmente en el mineral de bauxita ( $Al_2O_3$ ) constituida por los principales compuestos de interés, óxido de aluminio hidratado ( $Al(OH)_3$ ) entre 40% y 60% unido con sílice ( $SiO_2$ ) y óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ).N (Sukiman, 2012). Aun cuando las aleaciones de aluminio tienen propiedades relativas a la tensión más bajas que el acero, su resistencia específica (o relación entre resistencia y peso) es excelente.

La excelente resistencia a la corrosión del aluminio puro se debe en gran medida a su afinidad por el oxígeno; Esto da como resultado la producción de una película de óxido muy delgada pero tenaz que cubre la superficie tan pronto como una pieza recién cortada del metal se expone a la atmósfera. Este recubrimiento de óxido es de gran importancia en la producción de prácticamente todos los tipos de acabados superficiales para el metal. (ASM, The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and its Alloys 6th Edition, 2001). Aunque normalmente se encuentra en la industria de la construcción, las propiedades físicas del Aluminio y de sus aleaciones lo convierte en un material esencial para los sectores de transporte y de Automoción Aeroespacial. El Aluminio tiene muchas más ventajas gracias a su cero toxicidad, y se puede reciclar fácilmente sin perder sus propiedades integrales en el proceso. Su bajo costo, combinado con la disponibilidad del material, sus propiedades físicas y su facilidad de conformado, lo convierten en una opción ideal para la producción de envases de bebidas, un sector de gran volumen, aunque también se usa mucho en la producción de alimentos y bebidas. (GROUP, 2017)

El estudio incluye la elaboración de una aleación maestra Al-Mg-Ce mediante la fusión de latas de bebida, reducción aluminotérmica de óxido de cerio y la adición de magnesio, obteniendo la caracterización de la aleación maestra desarrollada, posteriormente se adiciono a el aluminio comercial A 6061 T6, una vez solidificada se aplicó un tratamiento T6 de solubilizado y envejecido. Se obtuvieron las propiedades mecánicas del aluminio A-6061 T6 modificado, como también los cambios microestructurales presentes por la adición de Cerio - Magnesio y el tratamiento térmico T6.



Para la obtención de los resultados metalográficos, se analizaron muestras del aluminio A 6061 T6 modificado mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM) y se realizaron ensayos de tensión y dureza respectivamente.

Los resultados obtenidos, muestran que la incorporación de Ce y Mg a la aleación A-6061 T6 provoca cambios en la morfología del silicio, como también la distribución de las fases presentes en el aluminio modificado. Teniendo un aumento en la dureza de este y mejorando respectivamente sus propiedades mecánicas. El tratamiento T6 mejora la distribución de estos precipitados, maximizando las propiedades mecánicas.

La investigación concluye que la adición de Cerio y Magnesio, junto con el tratamiento térmico T6, representa una estrategia prometedora para desarrollar aleaciones avanzadas de aluminio de la serie 6000, adecuadas para aplicaciones aeroespaciales y la fabricación de microcomponentes eléctricos donde la reducción de peso y la mejora en rendimiento mecánico son incrementados

## Agradecimientos

Quisiera agradecer a mi familia en general por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante mi formación académica de posgrado; la Facultad de Ingeniería Campus Arteaga por la oportunidad de brindarme el apoyo y las herramientas necesarias durante mi maestría. Y también a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto de investigación.

## Bibliografía

- Sukiman, N. Z. (2012). Durability and Corrosion of Aluminium and Its Alloys: Overview, Property Space, Techniques and Developments. In Ahmad.
- GROUP, K. (15 de 05 de 2017). Aleaciones de Aluminio. Obtenido de [www.ksmdirect.com](http://www.ksmdirect.com)
- ASM, I. (2001). The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and its Alloys 6th Edition. [https://www.asminternational.org/wp-content/uploads/files/06945G/06945G\\_preview.pdf?srsId=AfmBOornK fIPwpmfEs7BAVcdOWKey4hJ42UldTLdSDRYWWFsI0NOPz2](https://www.asminternational.org/wp-content/uploads/files/06945G/06945G_preview.pdf?srsId=AfmBOornK fIPwpmfEs7BAVcdOWKey4hJ42UldTLdSDRYWWFsI0NOPz2).



## IDENTIFICACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE NANOPARTÍCULAS EN PELÍCULAS DELGADAS DE CALCÓGENUROS METÁLICOS MEDIANTE SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES

Perez-Lopez D.J.<sup>1</sup>, Cantú-Medrano A.O.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Gomez-Casas J.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>, Zambrano-Reyna L.<sup>1</sup> y Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Ortiz-Ramos D.E., daortizr@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Calcogenuros, nanopartículas, morfología, visión por computadora, espacios de color.

### Resumen

Los calcogenuros metálicos son cruciales en dispositivos optoelectrónicos debido a sus propiedades ópticas y eléctricas, siendo útiles en celdas solares, sensores y pantallas OLED. Compuestos por un ion calcógeno y un metal, pueden adoptar diversas morfologías (esférica, tubular, granular) influenciadas por factores como temperatura y fuente de ion calcógeno o metálico. La morfología de las nanopartículas afecta directamente sus propiedades, estudios muestran que controlar la morfología impacta las propiedades del material. Por ejemplo, en películas delgadas de ZnS dopadas con Cu, la morfología cambia de esférica a tipo grano de arroz, alterando sus propiedades ópticas (Ortiz-Ramos, D. E., González, L. A. y Ramirez-Bon, 2014). En CuS, aminoácidos como agentes acomplejantes producen morfologías tipo hojuela, afectando el espesor de la película (Ortiz-Ramos, D. E., Martínez-Enríquez, A. I. y González, 2019). Ajustar la morfología es clave para optimizar su desempeño en tecnologías emergentes. La segmentación digital de imágenes en distintos espacios de color se propone como alternativa al análisis visual tradicional, que es subjetivo y propenso a errores. El objetivo es seleccionar el espacio de color más adecuado para identificar la morfología, permitiendo segmentación objetiva y reproducible sin análisis visual.

La metodología empleada para el desarrollo de este proyecto se dividió en cinco pasos principales. En primer lugar, se realizó la obtención de la base de datos, a partir de la cual se trabajó durante el análisis. Posteriormente, se llevó a cabo la identificación visual de la morfología de las nanopartículas de calcogenuros metálicos. En el tercer paso se efectuó la segmentación de las micrografías en los cuatro espacios de color, mientras que en el cuarto se determinó cuál de estos espacios resultaba más adecuado para identificar la morfología de las películas. Finalmente, se procedió con la clasificación de la morfología presente en las micrografías analizadas.

Se comparó un banco de películas delgadas de calcogenuros metálicos a través de la segmentación en los cuatro espacios de color (RGB, HSV, L\*a\*b y YCbCr) con el fin de analizar la morfología presente y así seleccionar el espacio de color más adecuado. Los



resultados mostraron que el espacio  $L^*a^*b$  pierde mayor definición en la morfología cuando la película presenta una alta aglomeración, mientras que el espacio HSV permitió una mejor detección de nanopartículas de menor tamaño. Por su parte, el análisis en los espacios RGB y YCbCr evidenció una segmentación más efectiva de las aglomeraciones presentes en las películas delgadas; sin embargo, se observó que el espacio YCbCr preserva con mayor fidelidad la morfología en las películas delgadas con alta densidad de aglomeraciones.

## Agradecimientos

Un agradecimiento al Laboratorio de Automatización de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Coahuila, a mis asesores por la oportunidad brindada y por el valioso tiempo dedicado al desarrollo de este proyecto, su orientación y apoyo fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados con éxito.

## Bibliografía

Ortiz-Ramos, D. E., Martínez-Enríquez, A. I., & González, L. A. (2019). CuS films grown by a chemical bath deposition process with amino acids as complexing agents. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 89, 18-25.

Li, F., Kong, T., Bi, W., Li, D., Li, Z., & Huang, X. (2009). Synthesis and optical properties of CuS nanoplate-based architectures by a solvothermal method. *Applied Surface Science*, 255(12), 6285–6289.

Ortiz-Ramos, D. E., González, L. A., & Ramirez-Bon, R. (2014). p-type transparent Cu-doped ZnS thin films by the chemical bath deposition method. *Materials Letters*, 124, 267–270.

Li, F., Wu, J., Qin, Q., Li, Z., & Huang, X. (2010). Controllable synthesis, optical and photocatalytic properties of CuS nanomaterials with hierarchical structures. *Powder Technology*, 198(2), 267–274.



## CONTROL DE ENERGÍA BASADO EN DATOS APLICADO A SISTEMAS FOTVOLTAICOS

García-Saucedo O.R.<sup>1</sup>, Gómez-Casas J.<sup>1</sup>, Obregón-Flores J.S.<sup>1</sup>, Toro-Arcila C.A.<sup>1</sup>, Ortiz-Ramos D.E.<sup>1</sup>, Muñiz-Valdez C.R.<sup>1</sup>, Ortiz-Cuellar J.C.<sup>1</sup>, Martínez-Villafañe J.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *García-Saucedo O. R.*, [olivergarcia@uadec.edu.mx](mailto:olivergarcia@uadec.edu.mx)

Palabras claves: Energía generada, Radiación solar, Sistemas de control.

### Resumen

La electricidad desde su descubrimiento ha sido la base de la modernización de la humanidad, basada en los movimientos de cargas a través de conductores mediante campos eléctricos, en los tiempos presentes tiene distintos usos y aplicaciones que transforman la electricidad en formas que pueden ser utilizadas y obtener provecho de los efectos provocados tales como generación de luz, generación de calor, generación de movimientos y transmisión de datos. Las mediciones de las variables eléctricas juegan un papel importante en la toma de decisiones para la modificación procesos y en hacer más eficientes los consumos de energía para evitar caer en hacer mal uso de los recursos. La generación de energía eléctrica puede realizarse mediante métodos que consumen recursos naturales no renovables como los combustibles fósiles, cuya disponibilidad es limitada. Por otro lado, existen fuentes de energía renovable cuyo potencial es prácticamente inagotable, ya que se encuentran disponibles de forma continua en la naturaleza.

Con el desarrollo y uso de energías en la actualidad, se busca ayudar a mejorar las condiciones que limiten las reducciones de emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, en este sentido se ha llevado a utilizar otras alternativas de generación de energía sin poner en riesgo la confiabilidad y estabilidad de los sistemas. Uno de los elementos críticos del sistema fotovoltaico, es la captación de energía mediante el seguimiento solar, el cual es basado en modelos de seguimiento que llevan a cabo la función de posicionarse perpendicular al sol.

Este proyecto de investigación está programado en tres etapas para lograr su desarrollo, la etapa de adquisición de datos que se ha llevado a cabo a partir del mes de enero del 2025, buscando identificar las no correspondencias e incertidumbres que presenta el sistema además de verificar la variable de entrada medible (radiación solar) buscando comprobar la afectación en la variable de salida(energía generada), la etapa de modelado del sistema que a partir de las variables presentes se busca un pronóstico del comportamiento y al final la etapa de realización de control que con la ayuda de métodos



numéricos y programación se aplicaran los modelos al prototipo. A la fecha se han logrado identificar las no correspondencias e incertidumbres presentadas por el sistema verificando la entrada de la variable medible para comprobar la afectación en la variable de salida.

## Agradecimientos

A mi familia y de igual manera expreso mi gratitud a la Facultad de Ingeniería y en especial al laboratorio de automatización por el apoyo y la colaboración brindados durante el desarrollo de este proyecto.

## Bibliografía

Gomez, J. (2020). Data-driven identification and control based on optic tracking feedback for robotic systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.

Sanz, J. R. (2024). Bioingeniería del Seguimiento Solar: Aplicabilidad del Fototropismo de un Girasol para el Diseño, Fabricación y Venta de Seguidores Solares de Nueva Generacion. Madrid.

Yin, J. (2020). Impacts of solar intermittency on future photovoltaic reliability.



## COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA (2010-2025)

Ozuna Castrejón S.A.<sup>1</sup>, Cisneros Villalobos L.<sup>1</sup>, Zakaryaa Zarhri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Autor de correspondencia: *Saúl Aldair Ozuna Castrejón*, [saul.ozuna@uaem.edu.mx](mailto:saul.ozuna@uaem.edu.mx)

Palabras claves: Aislamiento, coordinación, alta tensión, bibliométrico.

### Resumen

La confiabilidad y estabilidad operativa de las líneas de transmisión de alta tensión dependen, en gran parte, de un estudio de coordinación de aislamiento, el cual, tiene la finalidad de seleccionar los aislamientos necesarios para soportar sobretensiones causadas por rayos y transitorios de maniobra a lo largo de la infraestructura. Dicho estudio está determinado mediante recomendaciones y normas internacionales, sin embargo, existen investigaciones sobre casos específicos y nuevas tecnologías emergentes. En los últimos quince años, la investigación en este campo se ha visto incrementada debido a las crecientes demandas del sistema, la actualización de las normas internacionales y el constante crecimiento de la red eléctrica. En este artículo, se presenta una revisión bibliométrica y crítica de estudios recientes sobre coordinación del aislamiento en líneas de transmisión, que abarca publicaciones desde 2010 hasta 2025.

El análisis bibliométrico realizado para la elaboración de este artículo muestra el comportamiento de la producción de artículos científicos con el paso del tiempo, los autores clave, las revistas más representativas sobre el tema y los temas de investigación más recurrentes, como las simulaciones de transitorios electromagnéticos (EMTP), la implementación de nuevas tecnologías y la evaluación de los niveles de aislamiento para diversas configuraciones de transmisión. El análisis bibliométrico se realizará mediante el uso de herramientas computacionales y bases de datos disponibles, tal como scopus, ScienceDirect VOSviewer y IEEEExplore en donde se utilizarán palabras clave y filtros específicos para tomar un muestreo del contenido científico disponible en el periodo seleccionado. Mediante el análisis crítico de la literatura, se espera poder obtener patrones, tendencias y vacíos dentro de los temas relacionados, tal como el caso de los estudios de validación en campo y la investigación centrada en los desafíos específicos de cada región, como las zonas con alta densidad de rayos.

Los hallazgos de esta investigación tienen como finalidad sugerir en que camino debería centrarse las investigaciones futuras, así como también una revisión de las estrategias de aislamiento para las tecnologías de transmisión emergentes, tal como las líneas de transmisión en corriente directa (HVDC). Esta revisión muestra el conocimiento actual, identifica brechas de investigación y describe direcciones para avanzar en las prácticas de coordinación de aislamiento en las redes de transmisión.



## TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE Y PARTICIÓN COMO INNOVACIÓN EN LA MEJORA DE MATERIALES PARA APLICACIONES HIDRÁULICAS

Mendoza-Aguirre, D.M.<sup>1</sup>, García-Amador, P.N.<sup>1</sup>, Rodríguez-Rosales, N.A.<sup>1</sup>, Andrade-Guel, M.L.<sup>1</sup>, Galindo-Valdés, J.S.<sup>1</sup>, Muñoz-Valdez, C.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *García-Amador P.N., natzyeli.garcia@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Hierro dúctil, temple y partición, tuberías sanitarias, ensayos mecánicos de tracción y compresión.

### Resumen

El hierro dúctil, también conocido como hierro nodular, es un material ampliamente utilizado en diversas industrias, entre ellas la automotriz, energética, agrícola, ferroviaria y en la infraestructura hídrica, como las tuberías de redes de distribución de agua, gracias a sus propiedades mecánicas como su resistencia a la tracción, su capacidad para absorber energía y resistir deformaciones sin fracturarse. Estas características lo convierten en un material de interés para el estudio y desarrollo de nuevas aplicaciones.

Estudios previos han demostrado que la microestructura del hierro dúctil influye a la respuesta del componente cuando es sometido ante cargas axiales. Según Angella, Ripamonti, y colaboradores (2019) demostraron que las variaciones en el tamaño de grano y la cantidad y distribución de los nódulos de grafito permiten una mejor disipación de esfuerzos modificando el comportamiento plástico bajo ensayos de tracción. Por su parte, los trabajos de Anderson (2014) demuestran que el tratamiento térmico de temple y partición (Q&P, por sus siglas en inglés, Quenching and partitioning) en el hierro nodular influye directamente en sus propiedades mecánicas, permitiendo obtener resistencia y tenacidad, gracias al proceso de partición. Además, investigaciones como la de Hervás et al. (2013) han demostrado que, ante cargas de compresión o tracción axial, el hierro dúctil presenta un comportamiento elástico-lineal seguido de una fase de deformación plástica lo cual da ventaja por encima de otros materiales frágiles.

Estos antecedentes proporcionan una base para el diseño de ciclos térmicos que permitan evaluar su respuesta ante fuerzas de tensión y compresión, por lo que, esta investigación tiene como objetivo estudiar el efecto de la temperatura y el tiempo de partición sobre la tenacidad y el comportamiento elástico-plástico, de un hierro dúctil sometido a tratamiento térmico de Q&P.

La metodología que se empleará para esta investigación incluye ensayos de dilatometría basados en la norma ASTM E228, para determinar la temperatura de inicio de transformación de martensita (Ms, por sus siglas en inglés Martensite Start). Una vez



establecida la temperatura se llevará a cabo el tratamiento térmico, donde para el proceso de homogenización se programará la mufla a 900 °C. La muestra se introduce a temperatura ambiente y el tiempo que la pieza será expuesta a la temperatura anteriormente indicada será dependiendo las pulgadas del material, al término de este periodo se extrae la pieza y se somete inmediatamente a un enfriamiento en sales previamente preparadas para la fase de temple, el enfriamiento a 140 °C permitirá atravesar el inicio de Ms logrando una fase de martensita y austenita retenida. Posterior al temple, la muestra será sometida a la etapa de partición a una temperatura de 180 °C. Esta fase tiene como objetivo permitir la difusión de carbono desde la martensita hasta la austenita retenida, estabilizándola y obteniendo una microestructura final compuesta por martensita templada, martensita fresca y austenita enriquecida con carbono, mejorando así las propiedades mecánicas del material.

Una vez realizado el tratamiento térmico se realizarán ensayos mecánicos de tracción y compresión para evaluar el efecto del tratamiento sobre el hierro dúctil, basándose en normas como ASTM E8 para determinar el límite elástico y la resistencia máxima a la tracción. Por su parte, el ensayo de compresión se realizará siguiendo la norma ASTM E9 con el fin de analizar la capacidad del material para resistir cargas axiales sin llegar a la fractura. Se espera que el tratamiento de Q&P sea un proceso potencialmente aplicable en las tuberías sanitarias de hierro nodular con el fin de obtener un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad, elevando su resistencia sísmica en comparación con las de un hierro dúctil convencional, aumentando su vida útil superior a los 100 años, lo que lo hace incluso preferible al PVC (Policlorurodevinilo).

## Agradecimientos

Agradezco a la facultad de ingeniería por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo. Asimismo, reconozco el respaldo otorgado por SECIHTI a través de la beca recibida para la realización de los estudios de maestría.

## Bibliografía

Angella, G., Ripamonti, D., Górnny, M., Massaggia, S., & Zanardi, F. (2019). The role of microstructure on tensile plastic behavior of ductile iron GJS 400 produced through different cooling rates, Part I: Microstructure. *Metals*, 9(12), 1282. [<https://doi.org/10.3390/met9121282>]

Silva, A. J. S. T., Goldenstein, H., Guesser, W. L., & de Campos, M. F. (2014). Quenching and partitioning heat treatment in ductile cast irons. *Materials Research (São Carlos)*, 17(5). [<https://doi.org/10.1590/1516-1439.220713>]

Hervás, I., Thuault, A., & Hug, E. (2015). Damage analysis of a ferritic SiMo ductile cast iron submitted to tension and compression loadings in temperature. *Metals*, 5(4), 2351–2369. [<https://doi.org/10.3390/met5042351>]



# CAPÍTULO 2

# ACADEMIA



## UNA MIRADA A LAS TEORÍAS COGNITIVAS EN LA MATEMÁTICA EDUCATIVA

Rivera-Rosales E.E.<sup>1</sup> y Mederos-Madrado M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Rivera-Rosales E.E.*, [elsarivera@uadec.edu.mx](mailto:elsarivera@uadec.edu.mx)

Palabras claves: teorías, cognitivas, matemática educativa

### Resumen

La matemática educativa, como campo de investigación, ha transitado por distintas corrientes teóricas que buscan comprender cómo los estudiantes construyen y aplican el conocimiento matemático. Dentro de estas perspectivas, las teorías cognitivas han ocupado un papel fundamental al centrarse en los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje. Desde mediados del siglo XX, diversos autores han planteado modelos explicativos que destacan la importancia de la percepción, memoria, atención, lenguaje, razonamiento y la resolución de problemas. Estas teorías no solo ofrecen marcos conceptuales para analizar el aprendizaje, sino también pautas para diseñar ambientes educativos más efectivos. En el ámbito de la matemática educativa, constituyen un referente indispensable para entender cómo se generan significados y cómo los estudiantes avanzan desde el pensamiento intuitivo hacia la formalización abstracta.

Las teorías cognitivas surgen en el marco de la psicología cognitiva, autores como Piaget, Ausubel, Bruner y Vygotsky colocaron la atención en la mente del aprendiz, explorando los mecanismos internos que permiten la construcción del conocimiento matemático. Piaget propuso el desarrollo de estructuras lógico-matemáticas a través de estadios cognitivos en la teoría psicogenética. Ausubel introdujo el concepto de aprendizaje significativo, subrayando la necesidad de conectar los nuevos saberes con los conocimientos previos. Por su parte, Bruner resaltó la relevancia del aprendizaje por descubrimiento. Finalmente, Vygotsky planteó que el aprendizaje ocurre en la interacción social, apoyado en la zona de desarrollo próximo y en el uso de herramientas culturales como el lenguaje. En la matemática educativa, estos enfoques han permitido comprender por qué los estudiantes atraviesan dificultades al enfrentarse con conceptos abstractos, y han impulsado propuestas didácticas que integran materiales concretos, representaciones visuales y actividades colaborativas para mejorar el aprendizaje. Este trabajo de investigación se enfoca en un análisis de las teorías cognitivas de Piaget y Ausubel en el desarrollo de la matemática educativa que permite identificar coincidencias y diferencias entre los roles del maestro y estudiante, así como su impacto en la educación.



## Bibliografía

Bruner, J., & Ausubel, D. (2013). Teorías cognitivas del aprendizaje. Recuperado de: [http://www.utemvirtual.cl/plataforma/aulavirtual/assets/asigid\\_745/contenidos\\_arc/39247\\_bruner.pdf](http://www.utemvirtual.cl/plataforma/aulavirtual/assets/asigid_745/contenidos_arc/39247_bruner.pdf).

Ramírez Alfonso, Y. (2022). Teorías cognitivas del aprendizaje. Universidad Nacional de Educación. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/9625>.



## DE LA BIOQUÍMICA LA SUSTENTABILIDAD: FORMACIÓN DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS MEDIANTE LOMBRICOMPOSTA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO

Herrera-Ramírez, E.B.<sup>1</sup>, Méndez-Zavala A.<sup>2</sup>, Trujillo-Hernández E.A.<sup>1</sup>, Cárdenas-Nájera J.<sup>1,2</sup>, Cepeda-Medina E.<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 48 “Gral. Venustiano Carranza”

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Herrera-Ramírez E.B.*, [emmab.herrera@gmail.com](mailto:emmab.herrera@gmail.com)

Palabras claves: Lombricomposta, Aprendizaje Basado en Proyectos, competencias científicas, competencias de las ciencias experimentales, residuos orgánicos.

### Resumen

La contaminación ambiental es un desafío global, en gran parte causado por la gestión inadecuada de residuos orgánicos en industrias. En este contexto, los estudiantes de educación media superior son clave para promover la conciencia ambiental y prácticas sostenibles, a la vez que adquieren hábitos responsables hacia la naturaleza. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una estrategia eficaz para fomentar la conciencia ambiental al involucrarlos en la solución de problemas reales. Aplicado en la asignatura *Introducción a la Bioquímica* en bachillerato tecnológico, contribuye al desarrollo de competencias disciplinares, de investigación y habilidades prácticas.

La realización de un ABP de lombricomposta permite a los estudiantes de bachillerato tecnológico integrar la formación científica y experimental con la concientización ambiental, fortaleciendo competencias de la asignatura *Introducción a la Bioquímica* y de las ciencias experimentales, desarrollando habilidades de investigación y promoviendo la responsabilidad ambiental en el manejo de residuos orgánicos. El proyecto tuvo como objetivo que los estudiantes fortalecieran competencias de investigación y consolidaran las competencias de *Introducción a la Bioquímica* mientras desarrollaban conciencia ambiental acerca de la gestión de residuos sólidos orgánicos mediante un proyecto de lombricomposta basado en ABP.

El ABP se realizó durante el semestre febrero-julio 2025. En la primera etapa, los equipos planearon el proyecto. En la segunda etapa, cada equipo recibió 150 lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) y las colocaron en una compostera acondicionada con tierra, hojas y residuos orgánicos precomposteados; todos los equipos trabajaron con la misma tierra y composteras del mismo tamaño, pero con distintos residuos. Durante dos meses los estudiantes monitorearon temperatura, humedad, actividad de las lombrices y el olor del sistema. Cada equipo presentó sus avances de ABP en forma de video exposición, y cada estudiante realizó un texto argumentativo. Al finalizar, cada equipo entregó un reporte final, una presentación digital y un cartel expositivo. Además, cada estudiante completó un



formulario de percepción para evaluar la adquisición y desarrollo de competencias, conciencia ambiental y utilidad del ABP.

La realización y entrega de los productos constató el desarrollo de competencias de investigación y disciplinares de las ciencias experimentales. Tres de los seis equipos duplicaron la población de lombrices y obtuvieron lixiviado y humus, dos equipos mantuvieron estable el número de lombrices después de ajustes en residuos y mantenimiento de la lombricomposta, un equipo no conservó su sistema. La encuesta de percepción mostró impacto positivo: el 87% de los encuestados valoró la utilidad de la actividad y el aprendizaje adquirido; 70 % fortaleció el autoaprendizaje y la adaptación; 82 % reconoció avances en ética 70 % sí desarrolló competencias de investigación y 65 % mejoró su pensamiento crítico. 91 % trabajó a gusto con su equipo, 75 % creó y compartió información. El 100 % coincidió en que el proyecto sí promueve la conciencia ambiental y el reciclaje de residuos orgánicos.

La ejecución del ABP mediante lombricomposta fomentó el trabajo armonioso en equipo, donde los estudiantes mostraron adaptación a nuevas circunstancias. Durante el proceso, comprendieron la visión global del proyecto y la relación entre el ABP y la asignatura *Introducción a la Bioquímica*. Además, el montaje y monitoreo del sistema permitió evidenciar el desarrollo de competencias disciplinares, de investigación y la concientización ambiental

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los egresados del grupo 6°A TLQ TM generación 2022-2025 del CETIS 48 por participar en el proyecto.

## Bibliografía

Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: Una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11–21. Recuperado de <https://shre.ink/SNBV>

Bozu, Z., Calduch, I., y Rubio, M. J. (2024). El Trabajo de Investigación de Bachillerato. Perspectiva del estudiantado sobre el desarrollo de competencias y actitudes hacia la investigación. *Revista de Investigación Educativa*, 42(1), 203-222. DOI: <https://doi.org/10.6018/rie.548161>

Ruiz Morales, M. (2011). *Taller de elaboración de lombricomposta: Porque tener lombrices nos beneficia a todos* [Recurso electrónico]. Universidad Iberoamericana. Recuperado de <https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>



## LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS METALURGISTAS Y GEOLOGOS DE MEXICO: SU IMPORTANCIA EN LA ACADEMIA Y EN LA INDUSTRIA EXTRACTIVA

De la Rosa-Rodríguez G.<sup>1,2</sup>, Bueno-Tokunaga A.<sup>1,2</sup>, Enciso-Cárdenas J.J.<sup>1,2</sup>, Martínez-Carrillo D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), 5 de febrero esq. con Blvd. Simón Bolívar #303-A Col. Independencia, Nueva Rosita, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México. Av. Del Parque 54 Col. Nápoles C.P. 03810 Del. Benito Juárez, Ciudad de México.

Autor de correspondencia: *Genaro de la Rosa Rodríguez,*  
*genaro\_rodriguez@uadec.edu.mx*

Palabras claves: Industria minera, Geología, capacitación, becas.

### Resumen

La Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, AC, es una organización sin fines de lucro con más de 72 años de vida y con ello ha logrado ya un alcance Internacional y se ha arraigado como un referente obligado de la Minería en nuestro País. Así la AIMMGM con las mejores capacidades de sus asociados, ha impulsado a la minería moderna, responsable y comprometida con el desarrollo de las comunidades donde opera y el respeto a su medio ambiente.

Cabe destacar que la AIMMGM, que desde su fundación ha promovido el desarrollo y la profesionalización del sector minero y está integrada por expertos y personas relacionadas con la industria, provenientes de varias regiones del país.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al comité organizador del II Congreso de Ciencia, Tecnología, Academia y Humanidades y un agradecimiento especial al M.C. Ruben del Pozo Mendoza, Presidente del Consejo Directivo Nacional de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México e integrantes del mismo Consejo, en fomentar información y actividades desarrolladas en beneficio del gremio minero, la academia, industria y sociedad, fortaleciendo así la buena imagen de la industria minera de nuestro país.



## GEOTURISMO Y ECONOMÍA CIRCULAR EN COAHUILA: PROPUESTA INTEGRADA PARA CUATRO CIÉNEGAS, MATAMOROS Y TORREÓN BAJO EL MARCO DE LOS GEOPARQUES UNESCO

Gutiérrez-Alejandro A. G.<sup>1</sup>, Blanco-Moreno J.A.<sup>1</sup> y Chacón-Baca E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingeniería Lic. Adolfo López Mateos”, Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Autor de correspondencia: *Gutiérrez-Alejandro A.G.*, [alejandragutierrez@uadec.edu.mx](mailto:alejandragutierrez@uadec.edu.mx)

Palabras claves: economía circular, geoparques, agrominerales.

### Resumen

La propuesta de geoturismo para los municipios de Cuatro Ciénegas, Matamoros y Torreón, en el estado de Coahuila, se fundamenta en la misión y objetivos de los Geoparques UNESCO, promoviendo la conservación del patrimonio natural y cultural, el desarrollo sostenible y la economía circular como eje transversal. En Cuatro Ciénegas, los estromatolitos y la fauna endémica ofrecen un escenario único para fortalecer la educación ambiental, la investigación y actividades turísticas responsables; en Matamoros, las actividades agropecuarias y comerciales permiten integrar prácticas de economía circular como el aprovechamiento de residuos, el uso eficiente del agua ante el estrés hídrico y el desarrollo de biofertilizantes a partir de agrominerales; mientras que en Torreón, su industria y cadenas de valor pueden adoptar modelos de producción más limpios, reciclaje industrial y energías renovables.

El proyecto se articula con la Norma ISO 18091:2019, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Agenda 2030 y los lineamientos de la Fundación Internacional para el Desarrollo de Gobiernos Confiables (FIDEGOC), priorizando la gestión transparente, participativa e inclusiva. Se busca la integración activa de los habitantes locales y pueblos originarios (con sus prácticas ancestrales) mediante cursos, talleres y diplomados dirigidos a guías de turistas, artesanos, empresarios y jóvenes, con el fin de fortalecer el sentido de pertenencia, impulsar oportunidades de empleo digno y consolidar una red regional de turismo sostenible e inclusivo. Este enfoque conjunto permitirá generar sinergias entre los tres municipios, consolidando a Coahuila como referente internacional en geoturismo, economía circular y gobernanza confiable.

### Agradecimientos

Al Gobierno Municipal de Cuatro Ciénegas por todo el apoyo recibido durante los trabajos de campo y por la información proporcionada durante el desarrollo del proyecto.



## Bibliografía

Biblioteca de la CEPAL. (2020). Gestión del Conocimiento (GDC). Obtenido de <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=738015&p=5275991>

Carcavilla, L., Durán, J.J. y López-Martínez, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geología y Geoquímica.(pp.2),2-4 obtenido de [https://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto\\_geodiversidad.pdf](https://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto_geodiversidad.pdf)

Sánchez Levoso, A., Gasol, C., Martínez-Blanco, A. y Gabarrell-Durany, X. (2020). Methodological framework for the implementation of circular economy in urban systems. Journal of Cleaner Production, 248 (1 de marzo), 119227



## TRANSICIÓN SUSTENTABLE EN LA REGIÓN CARBONÍFERA: CIENCIA, ACADEMIA Y GEOTURISMO COMO RESPUESTA AL CIERRE DE MINAS

Blanco-Moreno J.A.<sup>1</sup>, Camacho-Vázquez O.J.<sup>1</sup> y Salazar-Riojas B.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingeniería Lic. Adolfo López Mateos”, Universidad Autónoma de Coahuila.

Autor de correspondencia: *Blanco-Moreno J.A., j-blanco@uadec.edu.mx*

Palabras claves: cierre minero, reconversión económica, desarrollo sustentable, Coahuila

### Resumen

El cierre de minas de carbón en la Región Carbonífera de Coahuila ha generado una crisis multidimensional que afecta profundamente a municipios como Múzquiz, Sabinas, Nueva Rosita y San Juan de Sabinas. La clausura de más de 27 explotaciones mineras, junto con el colapso de AHMSA, ha provocado desempleo masivo, migración forzada, deterioro ambiental y pérdida de identidad comunitaria (Grupo Zócalo, 2025). Ante este escenario, se plantea la necesidad urgente de diseñar estrategias de reconversión económica y social orientadas al desarrollo sustentable.

La justificación de este estudio radica en la ausencia de una política nacional clara sobre cierre minero, la existencia de cientos de pasivos ambientales abandonados y la vulnerabilidad estructural de una región históricamente dependiente del carbón (Silva & Sánchez, 2021). Frente a este panorama, se propone una transición basada en el geoturismo, la economía circular y la participación comunitaria, tomando como referencia casos exitosos como la Cuenca del Ruhr en Alemania (Short, 2023,) y otras a nivel nacional.

La metodología empleada combina revisión documental de literatura científica, análisis de políticas públicas, estudio de experiencias internacionales y diagnóstico regional. Se identificaron oportunidades de reconversión de pasivos mineros en museos, centros de interpretación, rutas geoturísticas y espacios educativos, integrando a universidades (como la UAdeC), entidades gubernamentales de los tres niveles, y comunidades locales en el diseño y ejecución de proyectos piloto.

Los resultados indican que el cierre minero no debe verse como un final, sino como una oportunidad para transformar el territorio. La reconversión sustentable requiere gobernanza colaborativa, remediación ambiental, capacitación laboral y valorización del patrimonio geológico y cultural. La región puede transitar hacia una economía basada en el conocimiento, el turismo y la conservación, fortaleciendo el tejido social y la resiliencia comunitaria. Se recomienda establecer un comité regional de transición, realizar un inventario de pasivos mineros con potencial turístico, implementar programas de formación para exmineros como guías especializados, y promover alianzas entre gobierno, academia y sociedad civil. Esta propuesta busca consolidar una nueva etapa de desarrollo



sustentable en la Región Carbonífera de Coahuila, articulando innovación territorial con justicia socioambiental.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de la Universidad Autónoma de Coahuila en el desarrollo de este trabajo.

## Bibliografía

Grupo Zócalo. (2025, 12 de mayo). 4T mató empleos en región Centro y la Carbonífera. Zócalo. Recuperado de <https://www.zocalo.com.mx/4t-mato-empleos-en-region-centro-y-la-carbonifera/>

Short, M. (2023, 6 de noviembre). Rewilding the Ruhr: Recovering abandoned industrial sites in western Germany. WildE Project. Recuperado de <https://www.wilde-project.eu/news/rewilding-the-ruhr-recovering-abandoned-industrial-sites-in-western-germany>

Silva Ontiveros, L. O., & Sánchez Salazar, M. T. (2021). Cierre de minas y abandono de sitios mineros en México: ¿un proceso “normal”? Referencias al norte de México. *Investigaciones Geográficas*, (106), e60426. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. <https://doi.org/10.14350/rig.60426>



# **CAPÍTULO 3**

# **HUMANIDADES Y SALUD**



## EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO: HACIA MODELOS LOCALES SOSTENIBLES

García-Cruz R.<sup>1</sup>, Reyes-González D.<sup>1</sup>, Rodríguez-Martínez G.<sup>2</sup> y Álvarez-Contreras C. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División de Estudios de Postgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km 1.8 Carretera a Loma de Cojolite, Misantla 93821, México.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Petrolera, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km 1.8 Carretera a Loma de Cojolite, Misantla 93821, México.

Autor de correspondencia: *Reyes-González D., dreyesg@itsm.edu.mx*

Palabras claves: poliestireno expandido, educación ambiental, economía circular.

### Resumen

El poliestireno es un termoplástico de un solo uso ampliamente utilizado en envases y productos desechables, así como en la industria de la construcción. Este material es ligero, fácil de moldear y económico lo que lo hace popular en la industria (Capricho et al. 2022). A pesar de versatilidad de uso para satisfacer diferentes necesidades, este material tiene un impacto ambiental significativo. A diferencia de otros plásticos, el poliestireno no se incluye en la mayoría de las campañas de reciclaje. Esto principalmente es causado por su baja densidad, lo que lo hace difícil y costoso de reciclar. Lo anterior conlleva a tener en México altos índices de reciclaje solo de algunos materiales plásticos y muy bajos o nulos índices de otros, entre estos últimos el poliestireno. Aunado a esto, su mala disposición en sitios inapropiados para su manejo o en el mismo ecosistema, el poliestireno comienza a desintegrarse en partículas más pequeñas, lo que da paso a microplásticos, que se dispersan en el medio ambiente causando una problemática aún mayor (Kumar et al. 2021; Mihai et al. 2021). A pesar de lo que se piensa, dada la dificultad para manejar los residuos de poliestireno, este material sí es técnicamente reciclable. Una alternativa para lograr su recuperación y lograr su reciclaje, por lo menos a nivel local, es mediante un modelo que abarque la separación, recolección, manejo y aplicación del material reciclado. Esperando que dicho modelo sea replicable en diferentes lugares con las mismas condiciones. El objetivo de este trabajo es concientizar sobre la importancia del reciclaje del poliestireno para contribuir a disminuir la problemática latente que representa la disposición inadecuada de este tipo de residuos plásticos.

Se diseñó un modelo de sensibilización y concientización dirigido a estudiantes de nivel básico, con el objetivo de promover el reciclaje del EPS. La estrategia incluyó charlas informativas y dinámicas participativas en instituciones educativas de nivel primaria y secundaria en la ciudad de Misantla. En las sesiones se abordaron: Tipos y características del poliestireno; Su capacidad técnica de reciclaje; Impactos ambientales de su inadecuada disposición; Importancia de su aprovechamiento posconsumo. Además, la información fue adaptada a un lenguaje accesible y reforzada con material visual para facilitar la comprensión y motivar la participación activa de los estudiantes.



La implementación de las charlas generó un alto nivel de interés y participación. Las instituciones mostraron disposición para integrar estas actividades dentro de sus programas educativos complementarios. También se identificó un incremento en el conocimiento de los participantes sobre la problemática del EPS, su reciclabilidad y la importancia de su correcta disposición. Estos resultados obtenidos sugieren que la educación ambiental temprana puede ser un catalizador para mejorar las tasas de recuperación de este material, sentando las bases para un modelo replicable en otros contextos urbanos con características similares.

La educación ambiental dirigida a estudiantes de nivel básico es una herramienta fundamental para fomentar la conciencia sobre el manejo y reciclaje del poliestireno expandido. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de impactos ambientales asociados a su disposición inadecuada, sino que también impulsa la formación de hábitos sostenibles y de responsabilidad social. La replicación de este modelo en diferentes localidades podría incrementar significativamente los índices de reciclaje de EPS y fortalecer la transición hacia una economía circular.

## Agradecimientos

Se agradece a la SECIHTI por asignar la beca para estudiar un doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) cuyo apoyo facilitó la investigación relacionada con este trabajo.

## Bibliografía

Capricho, J. C., Prasad, K., Hameed, N., Nikzad, M., & Salim, N. (2022). Upcycling Polystyrene. *Polymers* 2022, Vol. 14, Page 5010, 14(22), 5010. <https://doi.org/10.3390/POLYM14225010>

Kumar, R., Verma, A., Shome, A., Sinha, R., Sinha, S., Jha, P. K., Kumar, R., Kumar, P., Shubham, Das, S., Sharma, P., & Prasad, P. V. V. (2021). Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 9963, 13(17), 9963. <https://doi.org/10.3390/SU13179963>

Mihai, F. C., Gündogdu, S., Markley, L. A., Olivelli, A., Khan, F. R., Gwinnett, C., Gutberlet, J., Reyna-Bensusan, N., Llanquileo-Melgarejo, P., Meidiana, C., Elagroudy, S., Ishchenko, V., Penney, S., Lenkiewicz, Z., & Molinos-Senante, M. (2021). Plastic Pollution, Waste Management Issues, and Circular Economy Opportunities in Rural Communities. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 20, 14(1), 20. <https://doi.org/10.3390/SU14010020>



## DERECHO A REHABILITACIÓN DE ZONAS HÍDRICAS CONTAMINADAS. ESTUDIO DESDE LAS PERCEPCIONES AMBIENTALES EN IGNACIO ZARAGOZA, MISANTLA, VERACRUZ

López Bonilla I. U.<sup>1</sup> y López Rosas H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Subdirección de Investigación, El Colegio de Veracruz.

<sup>2</sup> Academia de Desarrollo Regional Sustentable, El Colegio de Veracruz

Autor de correspondencia: *López Bonilla I. U.*, [irvlopez@uv.mx](mailto:irvlopez@uv.mx)

Palabras claves: comunidades, contaminación, percepciones ambientales, rehabilitación.

### Resumen

En 1993, los agentes estatales del municipio de Misantla, Veracruz, decidieron, sin previa consulta a los habitantes de la comunidad de Ignacio Zaragoza, implementar como servicio público para los pobladores una red de drenaje que ocupó como cuerpo receptor de las aguas sin tratamiento, el manto acuífero más importante en su territorio: el Arroyo Grande. La composición hidrológica de este cuerpo de agua data de la incorporación de diversos arroyos y manantiales que convergen en la localidad, que terminan por desembocar en el río Kilate, posteriormente, en el Filobobos y, finalmente en el mar, a la altura del municipio de Nautla, en la citada entidad federativa.

A partir de la metodología acción participativa, fincada en la educación popular, se ejecutaron un mapeo de actores, entrevistas semiestructuradas en campo y un taller participativo con la finalidad de advertir la percepción ambiental comunitaria y puntear el ejercicio de la rehabilitación del Arroyo Grande, cuyo estado de degradación, además, ha comprometido la seguridad humana de los pobladores. Con las técnicas implementadas, los hallazgos revelan que los pobladores mantienen una lectura de apropiación territorial, que pone de manifiesto la importancia que dan a los cuerpos de agua y su emplazamiento dentro de la localidad, lo que implica que el conocimiento ambiental que poseen emerge de las experiencias locales. Ello hace posible la identificación de diversas problemáticas comunitarias, en las que destacan las percepciones de riesgo en aspectos como la salud, la seguridad, la vida, la integridad y la identidad. Todos ellos, tiene como punto de acuerdo los conflictos suscitados por la contaminación, las aguas negras, la basura y la deforestación que se viven, entre otros lugares, en el Arroyo Grande.

La percepción que los pobladores tienen acerca de este cuerpo de agua se relaciona con un espacio de desecho, no obstante, de invocar la memoria para construir una remembranza del espacio viviente, con el que guardan vínculos históricos. Paradójicamente, la conciencia ambiental comunitaria no está vinculada con acciones encaminadas a la rehabilitación del cuerpo hídrico. Máxime, que uno de los subderechos del derecho al medio ambiente que tienen todas las personas y las comunidades, es el de rehabilitar las zonas hídricas que se encuentren en estado de polución.



Pese a la descripción que hacen de acciones que pueden emprenderse para la exigibilidad del derecho a la rehabilitación de zonas hídricas contaminadas (el Arroyo Grande) a propósito de su comprensión de la situación de degradación ambiental que enfrentan, los habitantes de Ignacio Zaragoza reconocen que existen prácticas perjudiciales, normalizadas e invisibilizadas, como la sobreexplotación, el abandono y la contaminación constante que terminan por recrudecer la situación medioambiental. Ello implica que más que el quebrantamiento natural del ecosistema, también se encuentran fracturadas las relaciones simbólicas y emocionales que cohesionan el tejido comunitario.

## Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, por el financiamiento del proyecto de estancia posdoctoral: Propuesta de modelo de intervención socio jurídica para la restauración ecológica en el marco de la seguridad hídrica y la sustentabilidad: Caso de estudio del arroyo “Zaragoza” de la comunidad de Ignacio Zaragoza (El Chorro) del municipio de Misantla, Veracruz

## Bibliografía

- Cáceres Vizarreta, A.I., Sota Cano, A. F., Tapia Molina, T. (2023). Percepciones sobre la conservación del medio ambiente de los estudiantes del centro de idiomas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 1208-1226. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.332>
- De Luis García, E. (2018). El medio ambiente sano: La consolidación de un derecho. *Iuris Tantum Revista Boliviana de Derecho*, (25). [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbd/n25/n25\\_a19.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbd/n25/n25_a19.pdf)
- Naciones Unidas. (2019). Derecho a un medio ambiente saludable. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible. <https://docs.un.org/es/A/HRC/43/53>



## MODELO CLÍNICO DE PREDICCIÓN DE ÚLCERAS DE PIE DIABÉTICO BASADO EN CATBOOST CON INTERPRETABILIDAD MEDIANTE SHAP

Maeda-Gutiérrez V.<sup>1</sup>, Galván-Tejada C.E.<sup>1</sup> y Galván-Tejada J.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

Autor de correspondencia: *Maeda-Gutiérrez Valeria*, [valeria.maeda@uaz.edu.mx](mailto:valeria.maeda@uaz.edu.mx)

Palabras claves: pie diabético, CatBoost, SHAP, aprendizaje automático.

### Resumen

El pie diabético constituye una de las complicaciones de mayor impacto clínico en pacientes con diabetes tipo 2 (DT2), al asociarse con elevada morbilidad, incremento del riesgo de amputaciones y una considerable carga económica sobre los sistemas de salud (Aljamili et al., 2025). Según la Federación Internacional de Diabetes (2025), la diabetes afecta a cientos de millones de personas en todo el mundo, lo que refuerza la urgencia de estrategias preventivas basadas en la predicción temprana. La identificación de individuos con alto riesgo de desarrollar úlceras permite implementar intervenciones oportunas y personalizadas. Aunque los modelos de aprendizaje automático han mostrado un desempeño superior a los métodos estadísticos tradicionales, su adopción en la práctica clínica se ve limitada por la falta de interpretabilidad. La integración de CatBoost con SHAP representa una alternativa que combina alta capacidad predictiva con explicabilidad clínica. Desarrollar y evaluar un modelo predictivo para la aparición de úlceras de pie diabético en pacientes con DT2, empleando CatBoost como algoritmo de clasificación y SHAP para interpretar la contribución individual de variables clínicas y laboratoriales al riesgo de ulceración. En este trabajo se utilizó la base de datos publicada por Wang et al. (2025), donde se construyó un modelo clínico para predecir úlceras de pie diabético en pacientes con oclusión arteriosclerótica de extremidades inferiores. A diferencia de dicho estudio, el presente trabajo se centró en la aplicación de CatBoost optimizado mediante búsqueda de hiper-parámetros y en la integración de SHAP como herramienta de explicabilidad, con el fin de identificar los factores de mayor relevancia clínica.

Se analizaron 1,978 pacientes provenientes de la base de datos referida. Las variables incluyeron información sociodemográfica, comorbilidades, parámetros clínicos y biomarcadores. Se estandarizaron las variables numéricas y las categóricas se convirtieron a factores. Posteriormente, el conjunto de datos se dividió en entrenamiento (70%,  $n = 1,384$ ) y prueba (30%,  $n = 594$ ), preservando la distribución original de casos positivos y negativos mediante estratificación. El modelo CatBoost fue optimizado mediante búsqueda de hiper-parámetros y validación cruzada de cinco pliegues. El desempeño se evaluó utilizando métricas de exactitud, precisión, sensibilidad, especificidad y área bajo la curva. Finalmente, se aplicó SHAP para cuantificar la contribución individual de cada variable en la predicción.



El modelo alcanzó en el conjunto de prueba una exactitud de 95.96%, una precisión de 96.36%, una sensibilidad de 84.13%, una especificidad de 99.15% y un área bajo la curva de 99.05%. El análisis con SHAP identificó como características de mayor significancia el índice de masa corporal, la presión diastólica, el número de arterias ocluidas en miembros inferiores, la nefropatía diabética, el control glucémico con insulina, la presión sistólica, la proteína C reactiva, la duración de la diabetes, la velocidad de sedimentación globular y la cardiopatía coronaria.

La combinación de CatBoost y SHAP permitió construir un modelo predictivo explicable para la identificación de pacientes con riesgo de úlceras de pie diabético. Además, del alto desempeño obtenido, la posibilidad de identificar los factores determinantes fortalece la capacidad clínica de la inteligencia artificial explicable en la prevención de complicaciones crónicas. Este enfoque aporta un marco replicable para futuras investigaciones y sienta bases para su integración en sistemas de apoyo a la decisión clínica.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Zacatecas por el respaldo institucional y a los investigadores responsables de la base de datos publicada, cuyo acceso permitió este estudio.

## Bibliografía

Aljamili, A., Alyousif, L., Barhoush, M., & Almasoud, R. (2024). The prevalence of depression among patients with diabetic foot ulcers at King Khalid University Hospital, Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 13(10), 4699–4705.

International Diabetes Federation. (2025). *IDF Diabetes Atlas* (11th ed.). Recuperado de <https://diabetesatlas.org/resources/idf-diabetes-atlas-2025/>.

Wang, Y., Jiang, C., Xing, Y., Zou, L., Song, M., Qu, X., ... & Wang, S. (2025). Establishing a clinical prediction model for diabetic foot ulcers in type 2 diabetic patients with lower extremity arteriosclerotic occlusion using machine learning. *Scientific Reports*, 15, 11737. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96502-9>



## RESILIENCIA Y SUPERVIVENCIA: EL ESTRÉS ECONÓMICO EN LAS MICROEMPRESAS DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS

Esponda Pérez J.A.<sup>1</sup>, Zea Gordillo R.E.<sup>2</sup> y Rocha Leyva F.J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Administrativas y Tecnologías Digitales. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Económicas. Tecnológico de la Costa Gran de Guerrero

Autor de correspondencia: *Esponda Pérez Jorge Alberto, jorge.esponda@unicach.mx*

Palabras claves: Microempresas, Ocozocoautla, adaptación económica, estrategias de supervivencia

### Resumen

Este estudio cualitativo examina cómo las microempresas en Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, enfrentan factores externos que afectan su estabilidad económica. A través de entrevistas semi-estructuradas con 16 propietarios de microempresas, se analizan los principales desafíos, tales como la disminución de ingresos, la incertidumbre económica y la violencia, así como las estrategias de adaptación implementadas. Mediante un análisis temático, se identifican estrategias de diversificación, ajuste de costos, digitalización y redes comunitarias como mecanismos de supervivencia.

Los hallazgos indican que, aunque estas microempresas han desarrollado mecanismos de resiliencia, su capacidad de adaptación sigue limitada por la falta de acceso a financiamiento y el impacto de la delincuencia. Se documenta cómo los empresarios han recurrido a la diversificación de productos, acuerdos con proveedores, reducción de horarios y promoción digital a través de redes sociales. Asimismo, se resalta el papel de la solidaridad comunitaria, donde los comerciantes colaboran en la compra de insumos, reenvío de clientes y promoción cruzada, generando lo que se denomina 'economía moral comunitaria'.

El estudio concluye que la adaptación es esencial para la sostenibilidad de estas empresas, pero requiere políticas públicas que fortalezcan sus capacidades locales, garanticen seguridad y promuevan financiamiento justo. La investigación aporta una mirada desde la resiliencia organizacional y la antropología económica, identificando que la continuidad de los negocios no responde únicamente a la lógica de rentabilidad, sino también a la defensa del territorio, la identidad y los vínculos familiares y comunitarios.



## Bibliografía

Gutiérrez-Diez, M. d. C., Sapién-Aguilar, A. L., & Piñón-Howlet, L. C. (2013). Desempeño organizacional de microempresas en México. *European Scientific Journal*, 9(28), 102-112.

Lengnick-Hall, C. A., & Beck, T. E. (2005). Adaptive fit versus robust transformation: How organizations respond to environmental change. *Journal of Management*, 31(5), 738-757.

Narotzky, S. (2006). The new economic anthropology. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 12(4), 895-914



## EL DESARROLLO DE HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES EN DOCENTES DE EDUCACIÓN ESPECIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE INCLUSIVOS

Almaguer Sánchez M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades, Doctorado en Ciencias de la Educación.

Autor de correspondencia: Martha Elena Almaguer Sánchez,  
*almaguermartha@uadec.edu.mx*

Palabras clave: Participación política, mujeres, Tlaxcala

### Resumen

La educación inclusiva representa un compromiso ético y pedagógico orientado a garantizar la equidad, el respeto por la diversidad y el derecho a una educación de calidad. En este marco, los docentes de educación especial se enfrentan al desafío de responder a contextos altamente diversos, lo que requiere no solo formación técnica, sino también el fortalecimiento de sus habilidades socioemocionales (HSE). Este trabajo presenta una propuesta de investigación cuyo objetivo general es evaluar el impacto del desarrollo de HSE en docentes de educación especial sobre la inclusión educativa, considerando que estas competencias permiten construir ambientes de aprendizaje más equitativos, seguros y participativos.

Los antecedentes muestran que la carencia de formación socioemocional en los programas de educación inicial y continua limita las prácticas inclusivas. La evidencia internacional, como lo señalan la UNESCO (2019) y la OCDE (2018), enfatiza que el bienestar y la gestión emocional docente son factores determinantes en el aprendizaje de los estudiantes y en la calidad de los climas escolares. En México, el rezago en la capacitación especializada constituye una barrera significativa para la inclusión, por lo que este proyecto busca responder a esa necesidad mediante estrategias de intervención basadas en evidencia.

La metodología se desarrollará bajo un enfoque mixto en dos fases: la primera contempla la aplicación de cuestionarios y entrevistas semiestructuradas para evaluar el nivel inicial de HSE y el grado de inclusión en los ambientes escolares de los docentes participantes. La segunda fase consiste en la implementación de programas de capacitación en inteligencia emocional y prácticas inclusivas, con talleres, acompañamiento pedagógico y estrategias de autorregulación emocional. Posteriormente, se realizará una evaluación de impacto para identificar los cambios en las competencias docentes y en los climas escolares.



Se espera que el proyecto, a desarrollarse entre enero de 2025 y diciembre de 2026, contribuya a incrementar la empatía, la comunicación asertiva, la autorregulación y la resiliencia en los docentes, lo cual tendrá como efectos la mejora en el bienestar docente, la consolidación de ambientes de aprendizaje inclusivos y la generación de evidencia científica que respalde la formulación de políticas educativas. Los resultados esperados también impactarán en los estudiantes con necesidades educativas especiales, al favorecer su integración y desarrollo académico en un contexto más equitativo y participativo.

En conclusión, el desarrollo de habilidades socioemocionales en docentes de educación especial es una estrategia clave para materializar los principios de la educación inclusiva, al mismo tiempo que fortalece la práctica profesional, la convivencia escolar y el bienestar de la comunidad educativa. Esta propuesta se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y constituye un aporte pertinente a los esfuerzos nacionales e internacionales por garantizar una educación de calidad para todos.

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Coahuila por el acompañamiento académico y al colectivo docente del área de educación especial que inspira esta investigación.

## Bibliografía

Aranda Meyer, C., & Luque, L. E. (2024). Relevancia de habilidades socioemocionales en el liderazgo educativo actual: Reflexiones de expertos. Cuadernos de Investigación Educativa, 15(1). <https://doi.org/10.18861/cied.2024.15.1.3588>

Extremera, N., Mérida-López, S., & Sánchez-Gómez, M. (2019). La importancia de la inteligencia emocional del profesorado en la misión educativa. Voces de la Educación, Número Especial 2, 74-97.

UNESCO. (2019). Apoyos para la enseñanza de habilidades socioemocionales: Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019). Biblioteca Digital de la UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373156>



## EL PAPEL DE LOS PADRES EN EL USO SALUDABLE DE PANTALLAS EN NIÑOS DE PRIMARIA: ESTUDIO PILOTO

Trejo Espíndola L.<sup>1</sup> y Gil-Bernal F.M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área académica de Psicología, Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

Autor de correspondencia: *Trejo Espíndola L., leticia\_trejo3674@uaeh.edu.mx*

Palabras clave: Pantallas, escolares, mediación parental

### Resumen

Recientemente la tecnología está presente en cada parte de la vida. El contacto con pantallas recreativas ha aumentado considerablemente ya que están presentes con fines de trabajo, comunicación y entretenimiento. Este último normalizándose a tal grado que cada vez se reporta un mayor consumo y uso excesivo de las mismas, sobre todo en la población infantil y adolescente. Diferentes estudios alertan sobre las conductas de riesgo asociadas al tiempo excesivo frente a una pantalla. Niveles bajos de salud mental, reducción de la actividad física, problemas de sueño, entre otros, son los más comunes. En el 2022 se identificaron 98.6 millones de personas en México con acceso a dispositivos conectados a internet (16 millones más en relación con el año anterior). Y la proyección apunta a que para el 2026, cerca de 118.2 millones de mexicanos tengan acceso a la red y consuman más pantallas recreativas, especialmente los niños y adolescentes. De acuerdo a la revisión de la literatura, el tiempo y hábitos de los padres está asociado con el consumo de los niños.

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo, conocer y describir las características respecto al uso de pantallas de una muestra de padres. Se utilizó un diseño no experimental, transversal con alcance descriptivo y correlacional. Participaron 22 padres de familia (2 hombres y 20 mujeres) con hijos inscritos en una primaria pública del Estado de Hidalgo. Los padres contestaron una batería que evaluó distintas variables a través de la Escala de autoeficacia parental general (BPSES), Parental Mediation Scale (PMS), Escala de percepción del riesgo para el uso de la tecnología en niños y adolescentes, el Inventario de Depresión de Beck (BDI) y el Inventario de Ansiedad de Beck (BAI). El análisis se llevó a cabo con el software SPSS V.26. Los resultados indican que existe correlación significativa entre algunas de las variables medidas (el tiempo de uso de pantalla, percepción de riesgo, mediación parental, autoeficacia, depresión y ansiedad). Finalmente se necesita más evidencia que permita aplicar estrategias para regular la conducta de sus hijos ya que esto impacta en la salud de los menores. Es necesario promover una crianza más informada y saludable capacitando a los padres en la regulación de las pantallas.



## Bibliografía

Hen, Y. Y., Yim, H., & Lee, T. H. (2023). Negative impact of daily screen use on inhibitory control network in preadolescence: A two-year follow-up study. *Developmental cognitive neuroscience*, 60, 101218. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2023.10121>

Medina C, Jáuregui A, Hernández C, González C, G Olvera A, Blas N, Campos I, Barquera S. (2023) Prevalencia de comportamientos del movimiento en población mexicana. *Salud Publica Mex.*;65(supl 1): S259-S267. <https://doi.org/10.21149/14754> la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2022,

Tekeci, Y.; Torpil, B.; Altuntaş, O. (2024) The Impact of Screen Exposure on Screen Addiction and Sensory Processing in Typically Developing Children Aged 6–10 Years. *Children*, 11, 464.



## RESILIENCIA ECONÓMICA DEL TURISMO DE PLAYA ANTE DESASTRES POR HURACANES EN LA COSTA DE OAXACA

Salgado-Hernández M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Autor de correspondencia: *Salgado-Hernández M.C. mcarsahe87@gmail.com*

Palabras claves: Resiliencia económica, cambio climático, desastre, huracanes, turismo.

### Resumen

Los fenómenos asociados al cambio climático, como los ciclones tropicales de gran magnitud, representan una amenaza multidimensional para el turismo costero. Estos eventos provocan daños en la infraestructura, interrumpen las actividades comerciales, obligan a evacuar a los turistas y afectan la imagen de los destinos. Los entornos costeros representan un pilar fundamental tanto para la actividad turística como para la subsistencia de las comunidades que los habitan. En el mundo, cerca del 40% de la población reside en estas zonas, que además concentran alrededor del 50% de la afluencia turística internacional. Entre los motivos que atraen a los visitantes se encuentran, principalmente, el descanso y la recreación junto al mar y la arena. No obstante, los recursos naturales que hacen posible esta forma de turismo enfrentan crecientes riesgos derivados del cambio climático. El incremento de tan solo 1,5 °C en la temperatura media global respecto a los niveles preindustriales podría modificar el confort térmico de los turistas y alterar la duración de las temporadas vacacionales. Los huracanes, en particular, se han consolidado como una amenaza recurrente tanto para los visitantes como para la población local y regional que depende de las actividades económicas vinculadas al turismo de playa.

En este contexto, la investigación tiene como objetivo analizar la resiliencia económica del turismo de playa en la costa de Oaxaca durante el periodo 2000–2024, frente a los desastres ocasionados por huracanes. Para ello se recopilieron datos de los comercios que ofrecieron servicios turísticos, así como de los ingresos económicos de los municipios que integran la zona de estudio. Asimismo, se identificaron las pérdidas registradas en las temporadas de huracanes a lo largo del periodo analizado. La información fue obtenida de fuentes secundarias y organizada en series temporales, estructuradas en bloques relacionales. El análisis de la resiliencia se realizó mediante un enfoque transversal de los datos, dada la existencia de múltiples periodos de observación. Posteriormente, se aplicó un modelo estático lineal para estimar los niveles de resiliencia por entidad territorial, los cuales fueron representados espacialmente con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los resultados muestran que los municipios de Santa María Huatulco y San Pedro Mixtepec presentan los niveles más altos de resiliencia económica. Este desempeño se



relaciona con la mayor presencia de turismo internacional y con una infraestructura hotelera y restaurantera más sólida en comparación con otros destinos de la región. En general, los municipios con mayores ingresos presentan menores niveles de pérdida frente a perturbaciones. Esta condición se explica por la eficacia de las políticas públicas en gestión del riesgo, las capacidades institucionales y la estabilidad económica regional.

En conclusión, la resiliencia en el turismo de playa de la costa de Oaxaca se ve condicionada por la diversidad empresarial en la oferta de servicios turísticos y la efectividad de las estrategias de respuesta, incluyendo la recuperación de la producción. Este tipo de análisis subraya la necesidad de intervenciones específicas, como la diversificación económica y la mejora de la infraestructura, para fortalecer la resiliencia no solo del sector turístico, sino también de la población que depende directamente de él.

## Agradecimientos

UNAM, Programa de Becas Posdoctorales de la UNAM, Becaria del Instituto de Investigaciones Económicas, asesorada por el Dr. Armando Sánchez Vargas.

## Bibliografía

Cheng, L., & Zhang, J. (2020). Is tourism development a catalyst of economic recovery following natural disaster? An analysis of economic resilience and spatial variability. *Current Issues in Tourism*, 23(20), 2602–2623.

Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., ... Zhou, G. (2018). Impacts of 1.5 °C global warming on natural and human systems. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, ... T. Waterfield (Eds.), *Global warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (pp. 175–311). In press.

United Nations. (2017). Factsheet: People and oceans. In *Proceedings of the Ocean Conference* (New York, NY, USA, June 5–6, 2017). Recuperado el 08 de septiembre, 2025, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2017/05/Ocean-fact-sheet-package.pdf>.



**Libro de Memorias del**  
**2º Congreso de Ciencia,**  
**Tecnología, Academia y Humanidades**

**Universidad Autónoma de Coahuila**

Rector:

**M.C. Jesús Octavio Pimentel Martínez**

Director de Investigación y Posgrado:

**Dr. Luis Gutiérrez Flores**

**Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas**

Director:

**Dr. Luis Fernando Camacho Ortegón**

**Centro de Investigación en Química Aplicadas**

Directora:

**Dra. Julieta Torres González**

Octubre del 2025

Cd. de Saltillo, Coahuila.