



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

“Luz, Ciencia y Verdad”

MEMORIAS

XVI Seminario de Investigación



Dr. José de Jesús Williams

Rector

Dr. José Ángel Méndez Gamboa

Director

Dra. Maritza de Coss Gómez

Secretario Académico

M.I.A José Humberto Osorio Rodríguez

Secretario Administrativo

Dr. Osvaldo Carvente Muñoz

Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

María del Carmen Alonzo Godoy, Elia Esperanza Ayora Herrera, Caridad Guadalupe Vales Pinzón, María del Carmen Ponce Caballero, Marisela Ix-Chel Vega de Lille, Selene Aimeé Audeves Pérez, Ana Isabel Rosado Gruintal, Rómel Gilberto Solís Carcaño, Jorge Luis Varela Rivera, Roger Amílcar González Herrera, Miguel Ángel Zambrano Arjona, Alejandro Arturo Castillo Atoche, Bassam Ali, Lauro Ariel Alonzo Salomón, Luis Josué Ricalde Castellanos.

Coordinadores de Cuerpos Académicos, Grupos Disciplinarios y Programas de Posgrado

Inés Margarita Riech Méndez, Jesús Nicolás Zaragoza Grifé, Róger Iván Méndez Novelo, Ali Bassam, Osvaldo Carvente Muñoz

Comité Asesor de Investigación

Índice

CUERPOS ÁCADEMICOS Y GRUPOS DISCIPLINARIOS	5
PROGRAMA XVI SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN	9
RESUMENES DE PONENCIAS	15
OPTIMIZACIÓN-MULTIOBJETIVO BASADO EN HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INCORPORACIÓN DE CONCENTRADORES CILÍNDRICO PARABÓLICOS EN EL SECTOR LÁCTEO MEXICANO	16
ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CAUSADO POR INTERCAMBIADORES DE CALOR EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN	19
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA GRANJA EÓLICA INTERCONECTADA A LA RED	20
GENERACIÓN DE SERIE SINTÉTICAS DE VELOCIDAD DEL VIENTO CONGRUENTES CON LOS LÍMITES DE INTENSIDAD DE TURBULENCIA DEL MODELO NORMAL DE TURBULENCIA DEL ESTÁNDAR IEC61400-1	21
ALGORITMO DE CONTROL BASADO PARA INVERSOR DE UN SISTEMA FV CON COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA.	23
IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DEL EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO RURAL EN LA COMUNIDAD DE YAXUNAH.....	26
PROYECTOS SUSTENTABLES PARA LA RESOLUCIÓN DE NECESIDADES EN UNA COMUNIDAD: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	28
ANÁLISIS DEL UMBRAL DE FATIGA EN UNA RUTINA DE EJERCICIOS	30
ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS UTILIZANDO MICROCONTROLADORES DE ULTRA-BAJO CONSUMO DE POTENCIA	33
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN APLICADO A GESTOS FACIALES UTILIZANDO UNA SEÑAL DE ELECTROENCEFALOGRAMA	35
PREDICCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA POR ARCO CON GAS INERTE POR MEDIO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	38
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS CALIZOS.....	41
EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES Y EL PERFIL DE LOS SUPERVISORES DE OBRA.....	43
MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DETERIORO DE LAS FACHADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE CAMPECHE	45
UTILIZACIÓN DE GRAFOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIA EN EDIFICACIÓN.....	47
COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS CORTOS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.....	49
PARÁMETROS DE CORROSIÓN EN TRABES DE CONCRETO REFORZADO BAJO CARGAS DE SERVICIO	51
COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE PIEZAS Y MAMPOSTERÍA DE CCA.....	54

OBTENCIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PRESIÓN EN UNA ESTRUCTURA DE PÁNELES SOLARES SOMETIDOS A LA ACCIÓN DEL VIENTO MEDIANTE SIMULACIÓN CFD.....	56
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN, EMPLEANDO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	58
ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL KARST EN UNA ZONA VADOSA EN LA CIUDAD DE MÉRIDA.....	61
ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN LA RED ORGÁNOMETÁLICA Ni ₃ (HITP) ₂ MEDIANTE PRIMEROS PRINCIPIOS.....	63
APLICACIÓN DE LA ESPECTROSCOPIA FOTOACUSTICA PARA EL ESTUDIO DE HETEROESTRUCTURAS SEMICONDUCTORAS.....	65
CARACTERIZACIÓN DE CAPAS Y DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE FOTOVOLTAJE SUPERFICIAL Y FOTOCONDUCTIVIDAD PERSISTENTE.....	67
SÍNTESIS Y ESTUDIO DE PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE P3HT:PCBM PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES ORGÁNICAS.....	69
DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA ESFERA INTEGRADORA CONSTRUIDA CON PLA PARA LA APLICACIÓN DE LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE MAMA	71
DETECCIÓN DE ELECTROLUMINISCENCIA EN CELDAS SOLARES POR MEDIO DE AMPLIFICACIÓN DE VIDEO EULERIANA.....	73
AUTOMATIZACIÓN EN LA MEDICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO PARA ELEMENTOS CUADROPOLARES DE ACELERADORES LINEALES DE PARTÍCULAS.....	75
EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA DE MAR MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA.....	78
EFFECTO DEL PROCESO FENTON SOBRE HUEVOS DE HELMINTO	80
EFFECTO DEL ION FIERRO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO DURANTE LA FERMENTACIÓN OSCURA.....	83
SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES:.....	85
REACTORES TIPO CAMA BIOLÓGICA EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES AGRÍCOLAS COMO PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL POR PLAGUICIDAS	85
PROCESOS DE FUNCIONALIZACIÓN MAGNÉTICA.....	87
DE NANOFIBRAS DE CARBONO.....	87
AVANCES EN EL EMPLEO DE NANOMATERIALES DE CARBONO PARA TRATAR EL CÁNCER DE MAMA	89
USO DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO PARA LA REMOCIÓN DE ESPECIES CONTAMINANTES EN AGUA DE POZO.....	92
ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL SENDERO DE ENERGÍA.....	94
UNA PROPUESTA METODOLÓGICA Y ESTUDIO EL CASO DE MEXICO DE 1965 A 2016.....	94
ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DEL CONCEPTO VARIABLE ALEATORIA EN ALUMNOS DE INGENIERÍA.....	96
USO DE APLICACIONES EN LA EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS, ESTUDIO DE CASO.....	98
ANÁLISIS DEL TEMPERAMENTO COMO FACTOR DE APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	100
INFLUENCIA DE LA LECTURA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA.....	102

MODIFICACIÓN RÁPIDA ASISTIDA POR MICROONDAS DE ZEOLITA W PARA LA REMOCIÓN DEL ARSÉNICO(V) EN SOLUCIÓN ACUOSA	104
HUMEDALES CONSTRUIDOS A ESCALA PARA LA REMOCIÓN DE ANTIBIÓTICOS VETERINARIOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA	105

CUERPOS ÁCADEMICOS Y GRUPOS DISCIPLINARIOS



<i>Cuerpo académico:</i>	Estructuras y materiales
<i>Grado:</i>	Consolidado
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería de las estructuras y los materiales
<i>Año de registro</i>	2002
<i>Miembros:</i>	Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro Dr. Mauricio Gamboa Marrufo Dr. Joel Alberto Moreno Herrera Dr. Jorge Luis Varela Rivera (Coordinador)

<i>Cuerpo académico:</i>	Ingeniería física
<i>Grado:</i>	Consolidado
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería física
<i>Año de registro</i>	2002
<i>Miembros:</i>	Dr. Cesar Renán Acosta Dra. Milenis Acosta Díaz Dr. César Alberto Cab Cauich Dr. Osvaldo Carvente Muñoz Dr. Rubén Arturo Medina Esquivel Dr. José Ángel Méndez Gamboa Dr. Francisco Ramón Peñuñuri Anguiano Dr. Ignacio Vicente Pérez Quintana Dra. Inés Margarita Riech Méndez Dr. Jorge Alejandro Tapia González Dr. Miguel Ángel Zambrano Arjona (Coordinador)

<i>Cuerpo académico:</i>	Ingeniería de la construcción
<i>Grado:</i>	En Formación
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Innovación de la construcción
<i>Año de registro</i>	2002
<i>Miembros:</i>	Dr. Sergio Omar Álvarez Romero Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez Dr. José Humberto Loría Arcila M.I. José Antonio de J. González Fajardo M.I. Rómel Gilberto Solís Carcaño (Coordinador) M.I. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

<i>Cuerpo académico:</i>	Hidráulica e hidrología
<i>Grado:</i>	<i>En Consolidación</i>
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería Hidráulica e Hidrológica
<i>Año de registro</i>	2002
<i>Miembros:</i>	Dr. Roger Amílcar González Herrera (Coordinador) M.I. José Humberto Osorio Rodríguez Ing. Ismael Abelardo Sánchez y Pinto

<i>Cuerpo académico:</i>	Ingeniería Ambiental
<i>Grado:</i>	<i>Consolidado</i>
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería Ambiental
<i>Año de registro</i>	2002
<i>Miembros:</i>	Dra. María del Carmen Ponce Caballero (Coordinadora) Dr. Germán Giacomani Vallejos Dr. Roger Iván Méndez Novelo Dr. Carlos Alberto Quintal Franco

<i>Cuerpo académico:</i>	Mecatrónica
<i>Grado:</i>	<i>Consolidado</i>
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Control y Automatización de Sistemas
<i>Año de registro</i>	2005
<i>Miembros:</i>	Dr. Jaime Francisco Avilés Viñas Dr. Alejandro Arturo Castillo Atoche (Coordinador) Dr. Orlando Palma Marrufo Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos M.C. Cesar Augusto Villanueva López M.C. Braulio José Cruz Jiménez M.I. Ricardo Javier Peón Escalante

<i>Cuerpo académico:</i>	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética
<i>Grado:</i>	<i>Consolidado</i>
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería de las Energías Renovables y sus Aplicaciones
<i>Año de registro</i>	2017
<i>Miembros:</i>	Dr. Ali Bassam (Coordinador) Dr. Mauricio Alberto Escalante Soberanis Dr. Manuel Israel Flota Bañuelos M.I. Eduardo Ernesto Ordoñez López MC. Lifter Omar Ricalde Cab MC. Manuel López Dra. María Milagrosa del Carmen Pérez Sánchez Dra. Liliana San Pedro Cedillo Dr. Adrián Livas García

<i>Grupo disciplinar:</i>	Ciencias Básicas
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ciencias Básicas
<i>Miembros:</i>	<p>Ing. Edilberto Cetina Campos Dra. Rubí Concepción López Sánchez M.M.E. Luis Gilberto Moreno Pech M.S.C. Roger Hervé Pech Sánchez M.C. Jorge Fernando Rodríguez Kú Dra. Caridad Guadalupe Vales Pinzón (Coordinadora) Dra. Elizabeth del Rosario Vázquez Borges M.S.A. Jannette de Fátima Contreras Rivero</p>

<i>Grupo disciplinar:</i>	Calidad y Educación en Ingeniería
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Educación en Ingeniería
<i>Miembros:</i>	<p>M.A. María del Carmen Alonzo Godoy M.O.C.E. Rogelio Daniel Bote Caamal M.I. Elia Esperanza Ayora Herrera</p>

PROGRAMA XVI SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN



PROGRAMA

**XVI Seminario de Investigación de la FIUADY 2019
24 y 25 de octubre de 2019 Mérida, Yucatán, México.**

Jueves 24 de octubre

Aula Magna

9:00 – 9:20	Inauguración	
9:20 – 10:00	Mtro. Bernardo Cisneros Buenfil Secretario de Investigación, Innovación y Educación Superior del Estado de Yucatán	CONFERENCIA “AREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA INVESTIGACIÓN EN YUCATÁN”.
16:00 – 17:00	Evento Cultural: Interprete Emil Sinclair Estudiante de la FIUADY	INTÉRPRETE DE OPERA-POP

Audiovisual 1

10:20 – 10:40	Oscar May Tzuc	OPTIMIZACIÓN-MULTIOBJETIVO BASADO EN HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA
---------------	----------------	--

ARTIFICIAL PARA LA INCORPORACIÓN DE
CONCENTRADORES CILÍNDRICO-
PARABÓLICOS EN EL SECTOR LÁCTEO
MEXICANO.

10:40 – 11:00	José Vidal	ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CAUSADO POR INTERCAMBIADORES DE CALOR EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN.
11:00 – 11:20	Mauricio Escalante	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA GRANJA EÓLICA INTERCONECTADA A LA RED.
11:20 – 11:40	Eduardo Ordoñez	GENERACIÓN DE SERIES SINTÉTICAS DE VELOCIDAD DEL VIENTO CONGRUENTES CON LOS LÍMITES DE INTENSIDAD DE TURBULENCIA DEL MODELO NORMAL DE TURBULENCIA DEL ESTÁNDAR IEC61400-1.
11:40 – 12:00	María Reveles	ALGORITMO DE CONTROL BASADO PARA INVERSOR DE UN SISTEMA FV CON COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA.
12:00 – 12:20	María Milagrosa	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DEL EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO RURAL EN LA COMUNIDAD DE YAXUNAH.
12:20 – 12:40	Liliana san Pedro	PROYECTOS SUSTENTABLES PARA LA RESOLUCIÓN DE NECESIDADES EN UNA COMUNIDAD: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS.
12:40 – 13:00	Braulio Cruz	ANÁLISIS DEL UMBRAL DE FATIGA EN UNA RUTINA DE EJERCICIOS.
13:00 – 13:20	Alejandro Castillo	ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS UTILIZANDO MICROCONTROLADORES DE ULTRA-BAJO CONSUMO DE POTENCIA.
13:20 – 13:40	Ricardo Peón	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN APLICADO A GESTOS FACIALES UTILIZANDO UNA SEÑAL DE ELECTROENCEFALOGRAMA.
13:40 – 14:00	Jaime Avilés	PREDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA POR ARCO CON GAS INERTE POR MEDIO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

Audiovisual “Dr. Oscar M. González Cuevas”

10:20 – 10:40	Romel Solís	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS CALIZOS.
10:40 – 11:00	Selene Audeves	EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES Y EL PERFIL DE LOS SUPERVISORES DE OBRA.
11:00 – 11:20	Gilberto Corona	MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DETERIORO DE LAS FACHADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE CAMPECHE.
11:20 – 11:40	Nicolás Zaragoza	UTILIZACIÓN DE GRAFOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIÓN.
11:40 – 12:00	Jorge Varela	COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS CORTOS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.
12:00 – 12:20	Joel Moreno	PARÁMETROS DE CORROSIÓN EN TRABES DE CONCRETO REFORZADO BAJO CARGAS DE SERVICIO.
12:20 – 12:40	Daisy Pérez	COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE PIEZAS Y MAMPOSTERÍA DE CCA.
12:40 – 13:00	Christian Domínguez	OBTENCIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PRESIÓN EN UNA ESTRUCTURA DE PÁNELES SOLARES SOMETIDOS A LA ACCIÓN DEL VIENTO MEDIANTE SIMULACIÓN CFD.
13:00 – 13:20	Marisela Chi	CARACTERIZACIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN, EMPLEANDO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.
13:20 – 13:40	Carlos Zetina	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL KARST EN UNA ZONA VADOSA EN LA CIUDAD DE MÉRIDA.

Viernes 25 de octubre

Aula Magna

09:00 – 10:00	Dr. José Alfredo Hernández Pérez Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la UAEM.	CONFERENCIA “COEFICIENTE DE RENDIMIENTO ÓPTIMO EN UN TRANSFORMADOR TÉRMICO POR ABSORCIÓN CON RECICLAJE DE ENERGÍA APLICANDO UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL INVERSA MULTIVARIABLE Y RESUELTA CON DIFERENTES ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN”.
---------------	---	--

Audiovisual 1

10:20 – 10:40	César Cab	ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN LA RED ORGÁNOMETÁLICA $Ni_3(HITP)_2$ MEDIANTE PRIMEROS PRINCIPIOS.
10:40 – 11:00	Inés Riech	APLICACIÓN DE LA ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA PARA EL ESTUDIO DE HETEROESTRUCTURAS SEMICONDUCTORAS.
11:00– 11:20	Arturo Abelenda	CARACTERIZACIÓN DE CAPAS Y DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE FOTOVOLTAJE SUPERFICIAL Y FOTOCONDUCTIVIDAD PERSISTENTE.
11:20 – 11:40	Milenis Acosta	SÍNTESIS Y ESTUDIO DE PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE $P3HT:PCBM$ PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES ORGÁNICAS.
11:40 – 12:00	Mario Pérez	DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA ESFERA INTEGRADORA CONSTRUIDA CON PLA PARA LA APLICACIÓN DE LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE MAMA.
12:00 – 12:20	Rubén Medina	DETECCIÓN DE ELECTROLUMINISCENCIA EN CELDAS SOLARES POR MEDIO DE AMPLIFICACIÓN DE VIDEO EULERIANA.
12:20 – 12:40	Karla Cantún	AUTOMATIZACIÓN EN LA MEDICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO PARA ELEMENTOS CUADROPOLARES DE ACELERADORES LINEALES DE PARTÍCULAS.

12:40 – 13:00	Germán Giácoman Vallejos	EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA DE MAR MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA.
13:00– 13:20	Roger Iván Méndez Novelo	EFECTO DEL PROCESO FENTON SOBRE HUEVOS DE HELMINTO.
13:20 – 13:40	Carlos Alberto Quintal Franco	EFECTO DEL ION FIERRO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO DURANTE LA FERMENTACIÓN OSCURA.
13:40 – 14:00	Carmen Ponce Caballero	SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES: REACTORES TIPO CAMA BIOLÓGICA EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES AGRÍCOLAS COMO PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL POR PLAGUICIDAS.

Audiovisual 2

10:20 – 12:00	Sección Poster
12:00 – 13:40	Evaluación y premiación de posters

Audiovisual “Dr. Oscar M. González Cuevas”

10:20 – 10:40	Caridad Vales Pinzón	PROCESOS DE FUNCIONALIZACIÓN MAGNÉTICA DE NANOFIBRAS DE CARBONO.
10:40 – 11:00	Melissa Casais	AVANCES EN EL EMPLEO DE NANOMATERIALES DE CARBONO PARA TRATAR EL CÁNCER DE MAMA.
11:00 – 11:20	Liliana San Pedro Cedillo	USO DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO PARA LA REMOCIÓN DE ESPECIES CONTAMINANTES EN AGUA DE POZO.
11:20 – 11:40	Adrián Livas	ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL SENDERO DE ENERGÍA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA Y ESTUDIO EL CASO DE MEXICO DE 1965 A 2016.
11:40 – 12:00	José Luis Poveda Macías	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DEL CONCEPTO VARIABLE ALEATORIA EN ALUMNOS DE INGENIERÍA.

12:00 – 12:20	Norma Alicia Benois Muñoz	USO DE APLICACIONES EN LA EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS, ESTUDIO DE CASO.
12:20 – 12:40	Jannette Contreras Rivero	ANÁLISIS DEL TEMPERAMENTO COMO FACTOR DE APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS.
12:40 – 13:00	Elizabeth Vázquez Borges	INFLUENCIA DE LA LECTURA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA.
13:00 – 13:20	Youness Abdellaoui	MODIFICACIÓN RÁPIDA ASISTIDA POR MICROONDAS DE ZEOLITA W PARA LA REMOCIÓN DEL ARSÉNICO(V) EN SOLUCIÓN ACUOSA.
13:20 – 13:40	Karina León	HUMEDALES CONSTRUIDOS A ESCALA PARA LA REMOCIÓN DE ANTIBIÓTICOS VETERINARIOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA.

Sala de Computo 1

10:20 – 12:00 y 14:00– 17:00	Ing. Luis Iván Ruiz Flores	TALLER "DISEÑO ANÁLISIS Y OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA".
---------------------------------	----------------------------	--

RESÚMENES DE PONENCIAS



OPTIMIZACIÓN-MULTIOBJETIVO BASADO EN HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INCORPORACIÓN DE CONCENTRADORES CILÍNDRICO-PARABÓLICOS EN EL SECTOR LÁCTEO MEXICANO

Oscar May Tzuc^{1*}, Ali Bassam^{1*}, Liliana San Pedro Cedillo¹, Lifter Omar Ricalde Cab¹

¹ Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

oscar.may@correo.uady.mx; maytzuc@alumnos.uady.mx

RESUMEN

Objetivo

Optimizar simultáneamente el valor presente neto (NPV), costos de ciclo de vida (TLCC) y contribución ambiental (ACM) en sistemas de calor proceso industrial (SCPI) aplicados al sector lácteo mexicano. El trabajo propone una alternativa para determinar la factibilidad de implementación de energía solar térmica en la industria mexicana, la cual es evaluada en diversas condiciones climáticas del país (clima seco, clima árido, clima templado y clima tropical) y los escenarios de combustibles más comunes utilizados en la industria nacional (diésel, combustóleo y gas LP).

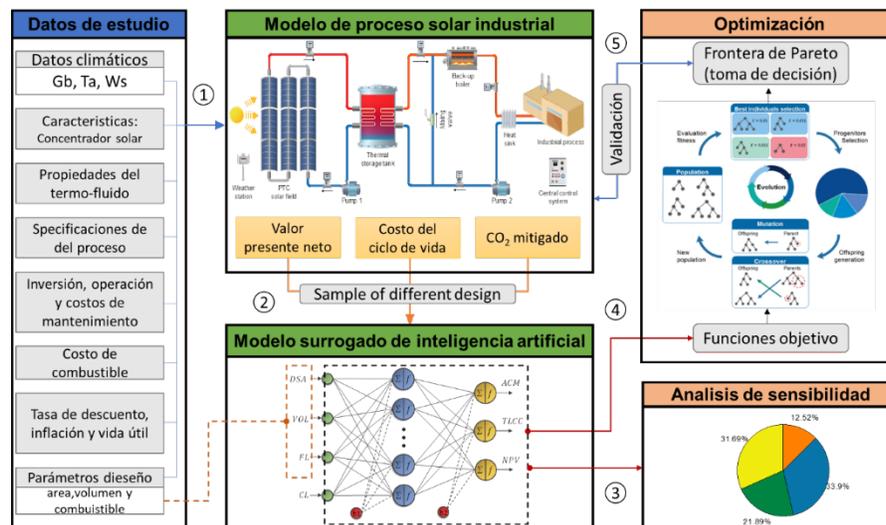
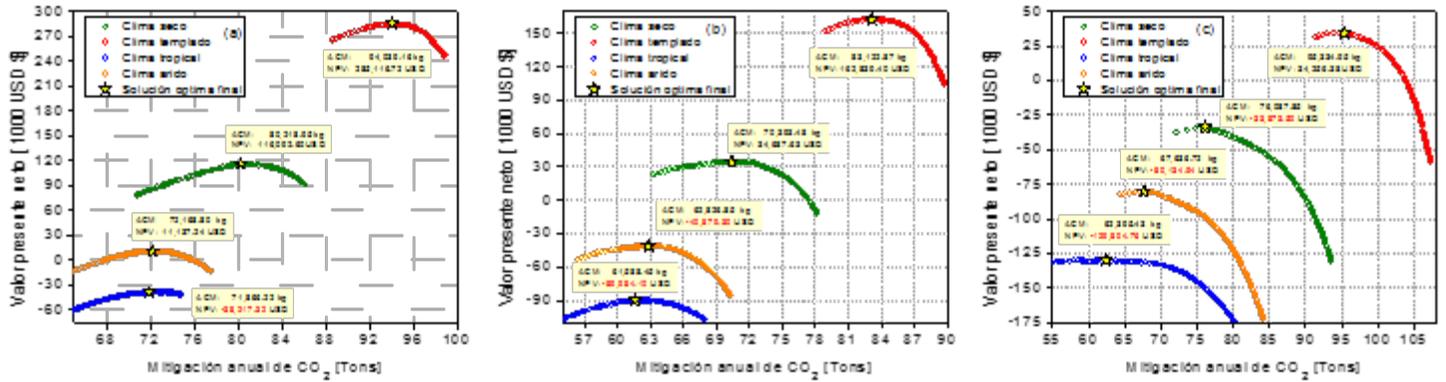


Figura 1. Metodología computacional simplificada para la optimización multi-objetivo de las dimensiones del sistema de calor solar industrial.

Page Break

Metodología



La Figura 1 ilustra la metodología empleada en este estudio. En la primera fase se crea una base de datos basada en experimentos numéricos, evaluando diversos diseños de planta solar en un modelo transitorio del SCPI. La base de datos es utilizada en la segunda fase para crear un modelo sustituto de redes neuronales artificiales, con el fin de reducir el tiempo de cómputo y sintetizar la complejidad del fenómeno. En la tercera etapa, se realiza un análisis de sensibilidad para determinar los parámetros de diseño con mayor impacto en la viabilidad de inversión. Posteriormente, mediante un proceso de optimización-multiobjetivo con algoritmos genéticos (MOO-GA) se identifica la frontera de soluciones optimizas independientes. Finalmente, la solución final es encontrada usando el método de toma de decisiones TOPSIS.

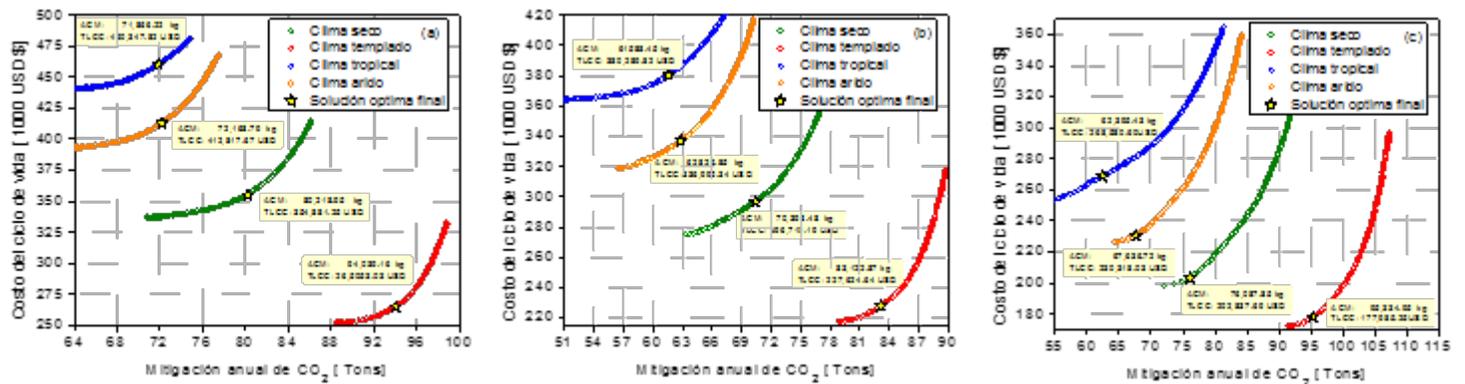


Figura 2. Compensación de soluciones óptimas entre el NPV y AMC: (a) diésel, (b) combustóleo, (c) gas LP.

Figura 3. Compensación de soluciones óptimas entre el TLCC y AMC: (a) diésel, (b) combustóleo, (c) gas LP.

Resultados

La Figura 2 presenta la Frontera de Pareto que relaciona las soluciones óptimas entre el VPN y ACM. Similarmente, la Figura 3 muestra la Frontera de Pareto para las

soluciones óptimas entre el TLCC y ACM. El punto donde converge la solución óptima final para cada escenario de combustible y región climática es resaltado.

Conclusiones

Este enfoque demuestra ser una herramienta útil para tomar decisiones de inversión en términos de generación de calor de proceso industrial. La evaluación bajo diversas condiciones climáticas y escenarios de combustible fósil auxiliar indicaron la robustez del proceso para utilizarse en la evaluación de regiones con condiciones favorables para la implementación de tecnología termosolar en su industria.

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CAUSADO POR INTERCAMBIADORES DE CALOR EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN

²José Vidal Herrera-Romero, ²Beatris Escobedo-Trujillo, ¹Mauricio Alberto Escalante Soberanis, ¹Bassam Ali, ²Oscar Silva-Aguilar

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

²Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, Av. Universidad km 7.5, Col. Santa Isabel, C.P. 96535, Coatzacoalcos, Veracruz, México.

RESUMEN

Este artículo describe teóricamente la comparación de un sistema de refrigeración por absorción (SRA) con capacidad de 10kW, funcionando con la solución amoníaco - nitrato de litio ($\text{NH}_3\text{-LiNO}_3$) bajo diferentes condiciones de trabajo. Para evaluar el funcionamiento teórico del sistema, se desarrolló un programa que evalúa termodinámicamente la primera ley del ciclo de absorción que incluye tres diferentes intercambiadores de calor, estos son: un intercambiador de calor en el circuito del refrigerante, un intercambiador de calor en el circuito de la mezcla y un intercambiador de calor en entre el refrigerante y la mezcla. El estudio presenta una visión general de los parámetros de entrada y salida de cada componente y su comportamiento térmico dentro del rango de funcionamiento, se hace énfasis en el efecto de los intercambiadores de calor sobre el coeficiente de rendimiento (COP) del SRA.

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA GRANJA
EÓLICA INTERCONECTADA A LA RED**

Oyuki Chi Prudencio, Mauricio Escalante Soberanis, Ernesto Ordóñez López y
Mauricio Gamboa Marrufo

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
mauricio.escalante@correo.uady.mx

RESUMEN

De acuerdo con la prospectiva de energías renovables 2017-2031, se prevé que la energía eólica incremente su generación de energía eléctrica en 387.5% entre 2017 y 2031, debido a su alta competitividad derivada en gran medida por la reducción de sus costos y el potencial comprobado, con el que se cuenta en el país, de 19,805 GWh/año, esto de acuerdo con la SENER. El presente estudio plantea y elabora un modelo en el que se integren las variables que afectan la factibilidad técnica y económica en la generación y comercialización de energía eólica en el Mercado Eléctrico Mayorista. Se puede concluir que el escenario que asegura un ingreso mínimo del 10% anual corresponde al desempeño del parque eólico con un factor de planta superior al 30%, en donde los ingresos por las ventas y los certificados de energía limpia se encuentren por encima de los MXN \$ 2,500.00 / MWh

**GENERACIÓN DE SERIE SINTÉTICAS DE VELOCIDAD DEL VIENTO
CONGRUENTES CON LOS LÍMITES DE INTENSIDAD DE TURBULENCIA DEL
MODELO NORMAL DE TURBULENCIA DEL ESTÁNDAR IEC61400-1**

E. Ernesto Ordóñez-López¹, Manuel I. Flota Bañuelos, Bassam Alí y Mauricio A. Escalante Soberanis

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
eduardo.ordonez@correo.uady.mx

RESUMEN

En los años recientes la infraestructura para el aprovechamiento de la energía eólica ha tenido un crecimiento importante, tanto en México como en el mundo. Este crecimiento se ha ido dando principalmente en los sitios en donde el recurso energético es más abundante. Inicialmente se ha trabajado intensamente en ubicaciones en tierra y gradualmente va incrementándose la instalación de sistemas en ubicaciones mar adentro. Sin embargo, con el tiempo estos sitios de alta calidad se irán ocupando y será necesario aprovechar regiones con un recurso energético de menor densidad, por lo que la selección apropiada de las turbinas, de acuerdo al tipo de recurso disponible y un modelado exacto de la interacción entre el recurso energético y el sistema eólico serán cada vez más necesarios para garantizar la viabilidad de estos futuros proyectos.

Para realizar diferentes tipos de análisis, tanto de diseño como económicos, del desempeño de los sistemas eólicos, es importante contar con una adecuada descripción del recurso energético para los distintos sitios de interés. Esto se puede realizar mediante datos de series de tiempo de la velocidad del viento que describan un recurso energético con características específicas.

En la selección de los componentes para un sistema eólico es importante cuantificar, tanto el comportamiento promedio del recurso energético, como la turbulencia presente en el mismo. De acuerdo al estándar IEC61400 se consideran 4 clases de turbinas en función de la velocidad del viento de referencia y tres subclases para cada clase en función de la intensidad de turbulencia.

En este trabajo se presenta un método para la generación de datos sintéticos de la velocidad del viento, descriptivos de un sitio específico, con la particularidad de que su intensidad de turbulencia es congruente con los límites descritos en el estándar IEC61400-1 en su modelo normal de turbulencia (NTM).

Los datos sintéticos de velocidad del viento se generan a partir de una componente determinista derivada de la descripción del comportamiento diario/diurno del recurso eólico mediante el patrón promedio diario (Contabilizado en un periodo mensual), la velocidad diaria promedio (Correspondiente a la componente a escala sinóptica) y la función densidad de probabilidad. Esto permite que los análisis económicos tengan sentido en algunos aspectos relacionados con el horario de la generación de energía y la relación temporal entre generación y consumo de esta. La serie de tiempo también tiene una componente aleatoria que está relacionada con el nivel de intensidad de turbulencia deseado (También característica del sitio específico) para el análisis del sistema eólico.

El ensamble de la parte determinista de la señal inicia con la generación de la componente sinóptica de la velocidad del viento, la cual es descrita con por lo menos 28 muestras de la velocidad diaria promedio. Estos datos son interpolados insertando ceros entre los datos originales y posteriormente aplicando un filtro simétrico con respuesta finita al impulso (FIR), para obtener una serie de tiempo con intervalo de muestreo de 1 segundo (Lo cual es suficiente para describir la componente espectral de turbulencia de la velocidad del viento para los fines de los datos generados por el algoritmo).

El ensamble de la parte determinista es completado con la inclusión de la componente diaria/diurna de la velocidad del viento, descrita por el patrón promedio diario que está conformado por muestras a intervalos de diez minutos. Se emplea un procedimiento de muestreo similar al ya descrito para obtener muestras a intervalos de 1 segundo. La componente de turbulencia se describe inicialmente en el dominio de la transformada de Fourier y posteriormente se traslada al dominio del tiempo. La magnitud de la señal en el dominio de la transformada de Fourier está descrita por una función Gaussiana ubicada en la frecuencia central del espectro de turbulencia deseado y con el ancho de banda deseado. La fase se describe por una variable aleatoria uniformemente distribuida con media cero.

La componente determinista y la componente aleatoria son agregadas y la intensidad de turbulencia es corregida de acuerdo a los límites del NTM en función de la clase de turbina para la cual se destinará la serie de tiempo. La corrección se realiza ajustando la desviación estándar de los datos (En bloques de datos correspondientes a intervalos de 10 minutos).

Finalmente se modifica la función densidad de probabilidad (fdp) de la velocidad del viento de los datos de la serie de tiempo para que se ajuste a la descripción del recurso eólico que se ha planteado en un principio. Por ejemplo una distribución de Weibull (Monomodal) o una distribución Weibull & Weibull (Bimodal). Este ajuste se realiza mediante la ecualización de histograma de los datos de la serie de tiempo.

Los resultados obtenidos muestran que el algoritmo propuesto en este trabajo permite generar datos aleatorios correspondientes a series de tiempo de la velocidad del viento. Las series de tiempo obtenidas son congruentes con los requisitos iniciales propuestos: componente sinóptica, patrón promedio diario, función densidad de probabilidad y nivel de intensidad de turbulencia. Los diferentes parámetros del algoritmo pueden variarse independientemente, por lo cual se pueden generar series de tiempo descriptivas de sitios con diferentes características, o bien descriptivas de los cambios que un sitio puede experimentar a lo largo del tiempo debido a factores como por ejemplo el cambio climático.

ALGORITMO DE CONTROL BASADO PARA INVERSOR DE UN SISTEMA FV CON COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA.

María Reveles-Miranda^{1*}, Daniella Pacheco-Catalán², Eduardo Ordoñez-López¹, Manuel Flota-Bañuelos^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

maria.reveles@correo.uady.mx

² Centro de Investigación Científica de Yucatán, PCTY, Sierra Papacal, Mérida 97205, México

RESUMEN

Objetivo

Se plantea como opción para el suministro de energía eléctrica constante y de calidad en sistemas FV conectados a la red, el desarrollo de un algoritmo de control híbrido capaz de aprovechar las características del inversor para realizar compensación de potencia reactiva (PR) y extender su funcionamiento en ausencia de fuente de generación.

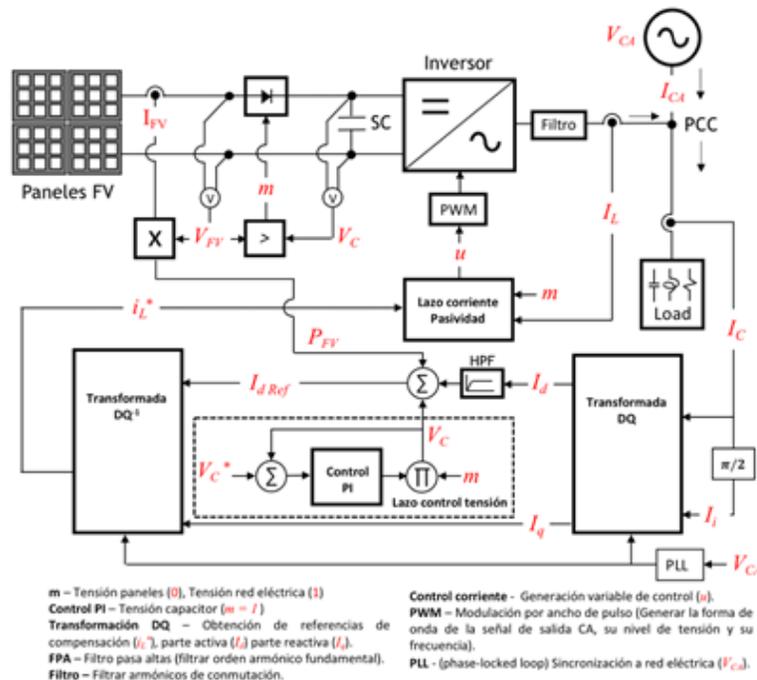


Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema de generación FV.

Metodología

El diseño del algoritmo de control involucra un lazo de control de corriente basado en la teoría de pasividad, y un lazo de control de tensión PI. Sin modificar la estructura física del inversor, es capaz de compensar PR, y al incorpora al sistema FV un módulo de supercondensadores (SC), se extiende el periodo de funcionamiento del inversor a momentos de ausencia de generación garantizando con esto, el flujo constante de energía eléctrica de calidad entre el sistema y la red. El esquema de funcionamiento del sistema de generación FV se muestra en la Figura 1.

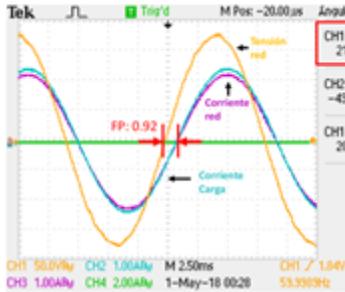


Figura 2.
Corrimiento de fase ocasionado por la carga resistiva/inductiva de referencia.

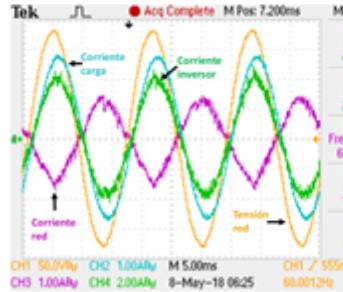


Figura 3.
Compensación PR con generación de energía.

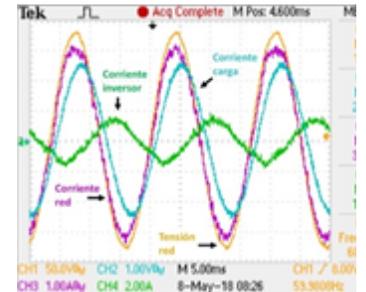


Figura 4.
Compensación PR sin generación de energía,

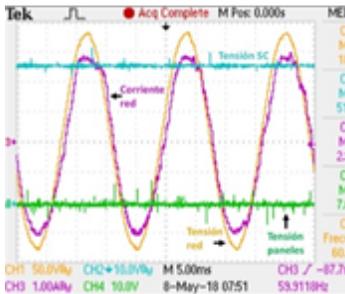


Figura 5.
Respuesta estable sin fuente de generación

V_{SC}
respecto a
 V_{FV}

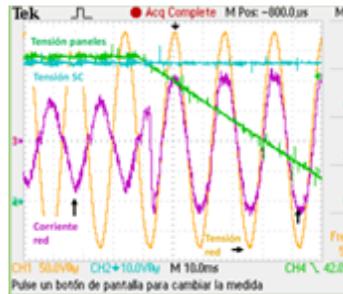


Figura 6.
Respuesta transitoria a funcionamiento sin fuente de energía.

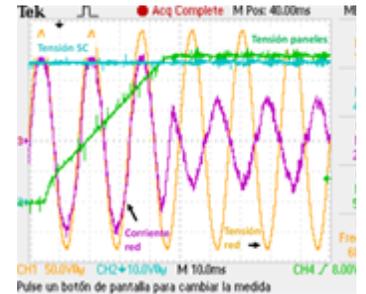


Figura 7.
Respuesta transitoria a funcionamiento con fuente de energía.

Resultados

La operación del algoritmo de control se corrobora por la experimentación en un sistema FV de baja potencia a escala laboratorio. En la Figura 2 se presenta la referencia a compensar. En la Figura 3 se observa la compensación de PR cuando hay fuente de generación. En la Figura 4 y 5, se presenta la respuesta en ausencia de generación de energía. La respuesta en estado transitorio se muestra en las Figuras 6 y 7.

Conclusiones

El algoritmo de control propuesto otorga al inversor la capacidad de compensación de PR; además, le permite operar en ausencia de generación de energía. La alta densidad de potencia del módulo de SC contribuye a atenuar la fluctuación presente al operar como fuente virtual de energía para el sistema FV en ausencia de generación de energía.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DEL EMPLEO DE ENERGÍAS
RENOVABLES PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO RURAL EN LA
COMUNIDAD DE YAXUNAH**

María M. Pérez-Sánchez¹, Lifter O. Ricalde Cab¹, Carmen García-Gómez²,
América E. Pech y Aké³ y Adrián Livas García¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
sperez@correo.uady.mx

¹Facultad de Antropología, Universidad Autónoma de Yucatán, México

¹Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México

RESUMEN

El turismo rural y ecológico se ofrece cada día a un mayor número de personas interesadas en huir de las grandes ciudades contaminadas y llenas de gente, así, las repercusiones de ese fenómeno urbano en la sociedad rural son considerables y muchas veces propicias para dar trabajo a los pobladores y desarrollar económicamente el lugar.

Por otra parte, las comunidades indígenas poseen riquezas innegables y atractivas ante los ojos del extranjero lo cual podría propiciar el desarrollo socioeconómico de zonas rurales con base en el turismo comunitario, rural e indígena (Rambaud, 2011).

Si bien es cierto que el turismo rural expone los espacios a riesgos de degradación, de pérdidas de la naturaleza en casos de frecuentación a sitios frágiles, también es cierto que bajo el efecto del desarrollo turístico, una comunidad se puede transformar socioeconómicamente, buscando una mejor calidad de vida para sus habitantes promoviendo el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno, productivo y el trabajo decente para todos como se indica en uno de los objetivos del desarrollo sostenible propuesto por la ONU (CEPAL, 2016).

El esfuerzo de puesta en valor de un sitio puede ser favorable al desarrollo local reforzando la restauración del patrimonio, la recuperación de espacios naturales sin mantenimiento, así como el empleo de energías alternas con el fin de atraer el turismo ecológico rural.

El objetivo del presente proyecto es el de identificar áreas de oportunidad para el empleo de fuentes alternativas de energía que contribuyan al desarrollo de la comunidad de Yaxunah con enfoque de turismo ecológico rural.

La investigación es multidisciplinaria conformada por investigadores de los Cuerpos académicos “Estudios multidisciplinarios del desarrollo sostenible” y “Energías renovables”.

El sitio de estudio es el poblado de Yaxunah, localidad perteneciente al municipio de Yaxcabá, uno de los 106 municipios del estado de Yucatán, México. Se encuentra aproximadamente 25 km al Sureste de Chichén Itzá. En esta comunidad se han desarrollado una gran variedad de proyectos con el fin de reducir la marginalidad y proponer soluciones a los diversos problemas comunitarios. La Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en conjunto con la Unidad de Proyectos Sociales desarrolla desde el año 2013 un vínculo en espacios reales de aprendizaje con comisarías de varios municipios del estado de Yucatán mediante el diplomado “Proyectos Sociales en Comunidades de Aprendizaje”.

Mediante aplicación de una metodología de identificación del patrimonio natural y cultural, propuesta por García-Gómez et al. (2018) se identifican los sitios atractivos para el turista, entre ellos se encuentra el museo de la ciudad, los talleres de artesanos, el cenote Lol-ha y un importante sitio arqueológico con vestigios mayas, en el centro de la ciudad se encuentra la Plaza con el Palacio Municipal, un parador turístico y una iglesia católica.

En lo concerniente al empleo de energías alternativas se realiza un diagnóstico de primer grado de las zonas previamente identificadas, se hacen notar espacios donde es necesario un plan de gestión energética eficiente y la implementación de sistemas de alumbrado público e iluminación de monumentos y edificios históricos con fuentes de energía renovable que contribuyan al desarrollo sostenible.

Se concluye que el poblado de Yaxunah posee un gran potencial de desarrollo turístico, se identificaron siete importantes atractivos que recuperarían su valor patrimonial con mantenimiento y agregando valor al implementar sistemas inteligentes de iluminación solar que aportaría importantes ahorros energéticos a los ya obsoletos sistemas existentes.

Reconocimientos: La presente investigación se inscribe como parte del proyecto "Compartiendo tecnologías limpias y buenas prácticas agroecológicas para el bienestar de familias en Yaxunah" en colaboración con el Departamento de proyectos sociales de la UADY mediante financiamiento de la fundación Kellogs.

Referencias

- CEPAL. (2016). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago: ONU.
- García-Gómez Carmen, Bolio Marisa, Acuña Alma, Pérez-Sánchez María, Manuel (2018). Metodología integradora para la identificación del Patrimonio Cultural; Material, Inmaterial y Natural de la Península de Yucatán. Informe final Proyecto de Investigación CONACYT 280182/SISTPROY:
- Rambaud Placide (2011). Sociology rurale. Recueil des textes. Ed. Mouton. Paris, France.

**PROYECTOS SUSTENTABLES PARA LA RESOLUCIÓN DE NECESIDADES EN
UNA COMUNIDAD: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

Liliana San Pedro C.¹, Lifter O. Ricalde C.¹, Elizabeth Vázquez B.¹, Bassam Alí¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
Liliana.cedillo@correo.uady.mx

RESUMEN

La sustentabilidad es un concepto que tiene tres ramas principales, la económica, la medioambiental y la social. Cuando se habla de un sistema sustentable, se habla de aquel que es amigable ambientalmente, redituable económicamente y socialmente aceptable. Una de las claves del éxito de la transición de sistemas insustentables a unos sustentables, es el desarrollo de proyectos ingenieriles que permiten un cambio de hábitos en la comunidad (Collins, Boyd, & Curzon, 2017), haciendo sus actividades secundarias más llevaderas, eficientes e incluso económicas. El aprendizaje basado en problemas se basa en el descubrimiento y la construcción, requiere que se estimulen las habilidades relacionadas con el pensamiento profundo, el saber hacer y las competencias requeridas por la sociedad (Lara, Ávila y Olivares, 2017).

El objetivo del presente trabajo es evidenciar la congruencia de proyectos académicos enfocados a resolver necesidades aparentemente prioritarias en una comunidad de estudio. Asimismo, promover el aprendizaje significativo en estudiantes de ingeniería, a partir de problemas reales.

Dentro del marco de la asignatura "Diseño de proyectos sustentables en energías renovables" se llevó a cabo la planeación y prototipado de cuatro proyectos desarrollados por estudiantes del noveno semestre de Ingeniería, que atendían las necesidades básicas de alimentación, acceso al agua y energía. Durante tres meses se trabajó en la metodología Análisis del ciclo de vida para la propuesta del proyecto, obteniéndose como resultado los siguientes prototipos: filtro de agua, briquetadora, bicimáquina y acuaponía. Todos los proyectos fueron trasladados desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, hasta el centro comunitario en Yaxunáh comisaría de Yaxcabah en el Estado de Yucatán. La actividad de presentación consistió en una actividad integradora para involucrar a los miembros de la comunidad y animarlos a participar, cuatro talleres impartidos a modo de "feria" (transferencia tecnológica) y finalmente una actividad de retroalimentación donde los habitantes del lugar dieron sus comentarios (evaluación) de los proyectos mostrados. En la Fig. 1 se presentan los prototipos presentados.

Se contó con la participación de 12 miembros de la comunidad, mismos que ofrecieron sus puntos de vista y declararon la viabilidad (o inviabilidad) de cada proyecto. En la 2

Tabla 1. Evaluación de los prototipos presentados en la comunidad

Prototipo	Áreas de oportunidad
Filtro de agua	El sistema no es funcional debido a que la salida del agua no es accesible, ya que debería estar en alto para poder escurrir; en la comunidad, el agua de pozo se hierve y se obtiene el mismo resultado sin involucrar el armado de un prototipo que además va a requerir mantenimiento.
Briquetadora	Resulta muy interesante la propuesta, sobre todo en época de frío (para evitar salir a cortar leña), se puede fabricar relativamente de forma fácil, se pueden usar otras materias primas. Solo falta demostrar si desprende menor cantidad de humo una vez que se combustiona.
Bicimáquina	El asiento no es apto para todas las personas, pues algunos son más bajos que otros y no se logra un equilibrio cómodo; el soporte puede mejorar, porque no es muy estable; se podría añadir un sistema de adaptación a diferentes dispositivos y no solo el molino. Ya que este aparato lo utilizarían las mujeres en casa, se debe considerar en el diseño la vestimenta típica, para que no sea incómodo.
Sistema de acuaponía	Previamente, con apoyo del gobierno en la comunidad ya se tuvo un sistema de acuaponía, el cual se abandonó con el tiempo. Para esta propuesta surgieron dudas sobre el tipo de pez que se puede criar y los vegetales que se pueden obtener.

La identificación de las problemáticas sociales es la parte más importante para el desarrollo de un proyecto; sin embargo, si la solución no toma en cuenta los aspectos ambientales y sobre todo los sociales, el proyecto no será aceptado. En la práctica docente a nivel universitario, es importante mantener al estudiante y al profesor en roles activos (especialmente en los últimos semestres). El aprendizaje basado en problemas involucra un acompañamiento puntual para el desarrollo de las competencias (genéricas y específicas) que se desean alcanzar.

Collins, B., Boyd, D., & Curzon, R. (2017). Exploring local projects for sustainable energy in system transition: local perceptions of success. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(9), 1076–1088.

Lara, Q. V., Ávila J. P. y Olivares O. L. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. *Psicología Escolar e Educativa*, 21(1), 65-77.

ANÁLISIS DEL UMBRAL DE FATIGA EN UNA RUTINA DE EJERCICIOS

Braulio José Cruz Jimenez¹, Aris Angélica Zapata Pasos¹, Luis Josué Ricalde Castellanos¹, y Ricardo Javier Peón Escalante¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. braulio.cruz@uady.mx

RESUMEN

La discapacidad motora en México representa un 37.32% de la población con discapacidad. Una de las causas de discapacidad motora es la distrofia muscular miotónica (MMD por sus siglas en inglés). Ésta es una forma de distrofia muscular que afecta muchos órganos del cuerpo, cuyo síntoma más evidente es la debilidad de los músculos voluntarios.

No existe una cura para esta enfermedad, pero el tratamiento tiene como finalidad controlar los síntomas por medio de fisioterapia y tratamiento farmacológico. Se aconseja que los pacientes ejerciten todo lo posible sin llegar a la fatiga, la cual se entiende como la reducción de la capacidad de un músculo para mantener un determinado nivel de fuerza en una contracción o la incapacidad de alcanzar un nivel de fuerza inicial.

Una técnica empleada actualmente para registrar los impulsos eléctricos debidos a movimientos musculares voluntarios es la electromiografía (EMG, por sus siglas en inglés). Una variante no invasiva de esta técnica es la electromiografía de superficie (SEMG, por sus siglas en inglés). Aunque según Feldner et al., (2019) los sistemas SEMG no son utilizados habitualmente por los médicos en entornos de pacientes hospitalizados o ambulatorios para la evaluación o el tratamiento de la actividad muscular, aunque pacientes y médicos reconocen su potencial hace falta que los sensores y las interfaces sean precisos, intuitivos, discretos y generen una retroalimentación que sea significativa y accesible para todas las partes interesadas.

El objetivo de este trabajo es la valoración de la SEMG para analizar la activación y fatiga de músculos del antebrazo durante ejercicios isométricos repetitivos, como los usados en la fisioterapia. De manera que se pueda determinar si el uso de la estimación de la frecuencia instantánea para caracterizar el umbral de fatiga en ejercicios isométricos permite obtener una retroalimentación significativa y accesible.

Para determinar qué tan demandante es una rutina de ejercicio se puede realizar el análisis del umbral de fatiga. Para efectos de este trabajo se decidió utilizar personas sanas en la prueba o con el fin de determinar hasta donde sería normal exigirles a los pacientes con MMD, si no tuvieran ningún impedimento físico.

La rutina utilizada consistió en realizar 5 repeticiones de 7 flexiones isométricas, del músculo del antebrazo bíceps brachii sosteniendo una pesa de 2kg.

El registro de la actividad muscular se realizó usando un sistema para la adquisición de las señales SEMG que se puede dividir en las siguientes etapas.

- La etapa analógica encargada de la adquisición de los datos en forma de señal eléctrica, en la que se utilizó un sensor de electromiografía, el MyoWare Muscle Sensor AT-04-001
- El convertidor analógico-digital (ADC por sus siglas en inglés), que se encarga de convertir los valores de voltaje en valores digitales, para el que se utilizó el microcontrolador CY8C5888LTI-LP097 y,
- La etapa digital, que se encarga del tratamiento de la señal para extraer la información relevante, para la que se utilizó el software Matlab.

Se realizaron las pruebas en 10 sujetos distintos, para efectos de este trabajo se presenta una de ellas. En la figura 1 se muestra el espectrograma de las señales, a esta señal se le aplicó la estimación de la frecuencia instantánea. Para observar mejor el análisis, se graficó la línea de frecuencia instantánea por separado en la figura 2. Al producirse la fatiga los músculos intentan alcanzar la misma fuerza reclutando otras unidades motoras, lo que produce que se aumente la potencia, usando esto ya no es posible se reduce la frecuencia, al reducirse la velocidad de la señal. En la figura 2 se observa que el pico máximo de frecuencia, que corresponde con el máximo nivel de energía y está marcado con un triángulo azul, se alcanza a los 70 segundos.

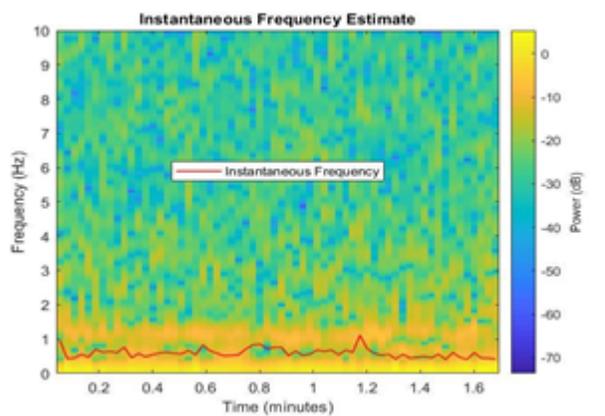


Figura 1. Espectrograma de frecuencias.

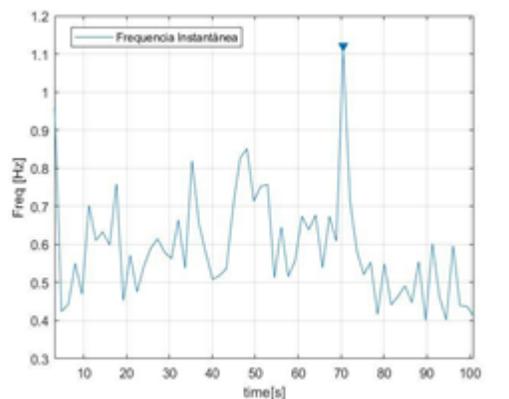


Figura 2. Frecuencia instantánea vs tiempo de muestreo.

En conclusión, se presentó una forma de obtener y graficar las señales electromiográficas del músculo bíceps brachii al realizar flexiones simples con una pesa de 2 kg., usando el dispositivo MyoWare Muscle Sensor AT-04-001.

Usando la estimación de la frecuencia instantánea se encontró una forma en la que se muestra claramente tanto la frecuencia como el momento en el que sucede la fatiga, en las figuras 11 y 12.

Por lo tanto, se determina que el método elegido para evaluar la fatiga (frecuencia instantánea) permite identificar su ocurrencia en la mayoría de las muestras obtenidas, sin embargo, dado que la ventana de tiempo a medir es muy grande se pierde resolución en el dominio de la frecuencia.

**ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS
UTILIZANDO MICROCONTROLADORES DE ULTRA-BAJO CONSUMO DE
POTENCIA**

J. Kremer Flores¹, A. Castillo Atoche^{1*}, J. Avilés Viñas¹, R. Quijano Cetina^{1,2}, O. Palma Marrufo¹ y R. Atoche Enseñat³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
acastill@correo.uady.mx*

²College of Engineering, University of Edinburgh, UK.

³Instituto Tecnológico de Mérida, México

RESUMEN

En muchas aplicaciones para redes de sensores inalámbricos, minimizar el consumo de potencia es un requerimiento de diseño de gran relevancia. Las redes de sensores en combinación con el paradigma de Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), están compuestos de sensores, procesadores digitales y módulos de comunicación de datos, que requieren de una fuente de energía finita, como son las baterías. En este contexto, es necesaria una administración eficaz de los recursos energéticos mediante la reducción innecesaria de la comunicación de datos, la eficiente configuración en la programación del microcontrolador en sus diferentes niveles de consumo de potencia, y minimizar la activación de los sensores, todo esto manteniendo el mismo desempeño, y prolongando el funcionamiento de la red [1], [2].

En este artículo, se propone una metodología para reducir el consumo energético en los nodos de red mediante la configuración del microcontrolador en sus diferentes modos de consumo de potencia (LPM, por sus siglas en inglés). Se propone utilizar el microcontrolador MSP430FR5969 de Texas Instruments que cuenta con acelerador de bajo consumo energético pero con un rendimiento 40 veces superior a los procesadores ARM® Cortex®-M0+. Este microcontrolador de 16MHz cuenta con una memoria unificada de hasta 256 KB FRAM, SRAM de 8KB, coprocesador de cifrado y encriptación AES de 128 bits y convertidor analógico a digital (ADC) de 8 bits.

El objetivo del proceso metodológico consiste en reducir el consumo de potencia mediante la programación del microcontrolador MSP430FR5969. De acuerdo a la figura 1a), el sistema empieza en el estado standby (por default) e inmediatamente después se va al estado sleep. Después del periodo de sleep, el sistema se configura en standby, se pone en sistema activo para la adquisición de datos y retorna nuevamente a standby. El dispositivo transmisor del nodo sensor de la red se pone en

estado activo y después de transmitir los datos almacenados se configura en modo sleep. De esta manera se aprovecha del efecto de recuperación de potencial de la batería.

La figura 1b muestra el análisis de consumo energético con un pico de corriente de 26.1uA y una corriente media de 15.794 uA, que representa un 60% menos de la corriente máxima.

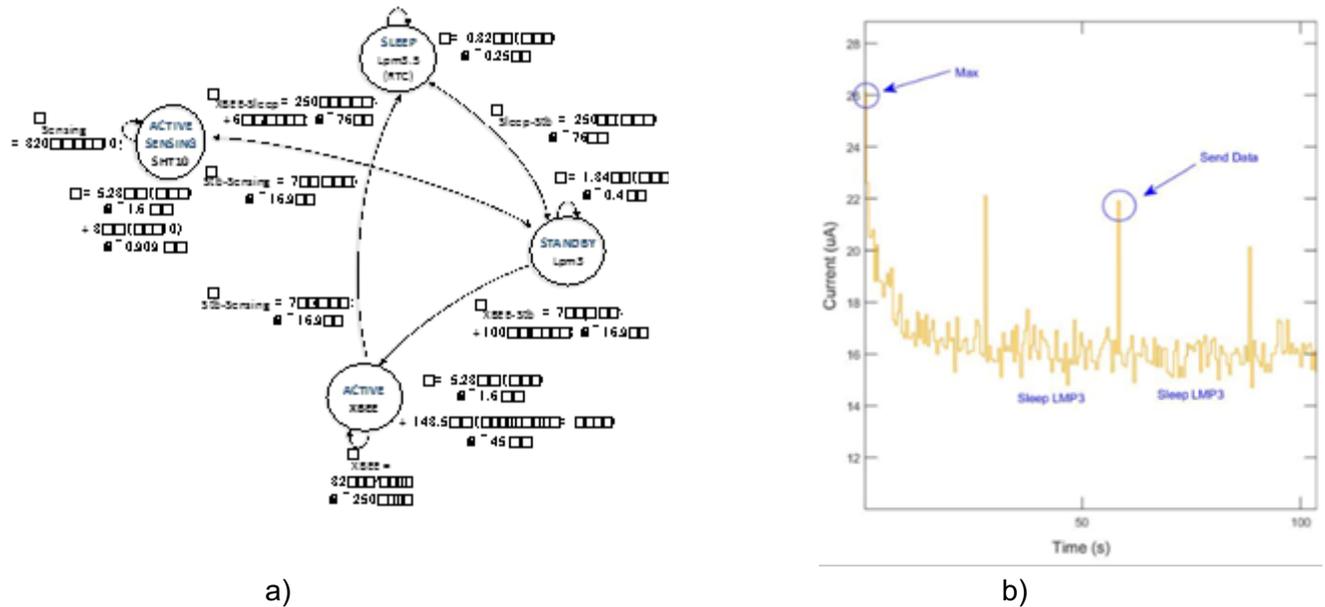


Figura 1. Configuración y resultados: a) administración dinámica del nodo de red, b) consumo de potencia del nodo sensor.

CONCLUSIONES

En este trabajo se implementó una metodología para reducir el consumo energético en nodos de redes de sensores inalámbricos mediante la utilización de microcontroladores de ultra-bajo consumo de potencia y la técnica de administración de potencia. Por último, el ciclo de trabajo del microcontrolador permite una recuperación de carga óptima para el supercapacitor en el que se establece un periodo de sensado cada 10 minutos. En dichos intervalos de recuperación el nodo permanece dormido en LMP3.5 para permitir dicha recuperación.

REFERENCIAS

- [1] M. Pinzi and A. Pozzebon, "Low-cost power gating solution to increase energy efficiency optimizing duty cycling in wireless sensor nodes with power-hungry sensors," in IET Wireless Sensor Systems, vol. 9, no. 1, pp. 25-31, 2 2019.
- [2] Moiş, George Dan et al., "Performance Evaluation of Energy-Autonomous Sensors Using Power-Harvesting Beacons for Environmental Monitoring in Internet of Things (IoT)." Sensors, vol. 18, 6, pp. 1709, 2018.

**ANÁLISIS DE CORRELACIÓN APLICADO A GESTOS FACIALES UTILIZANDO
UNA SEÑAL DE ELECTROENCEFALOGRAMA**

Braulio José Cruz Jimenez¹, Aris Angélica Zapata Pasos¹, Luis Josué Ricalde Castellanos¹, y Ricardo Javier Peón Escalante¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. braulio.cruz@uady.mx

RESUMEN

Actualmente, muchos investigadores han desarrollado aplicaciones que permiten manipular Interfaces Cerebro-Maquina, (BCI, por sus siglas en inglés) usando simplemente los gestos y eventos oculares (cerrar los ojos o variar la frecuencia de parpadeo) para mover un robot o un vehículo (Monge y Aracena, 2015 y Zeng, 2018). Otros trabajos se han enfocado en encontrar una relación entre la emoción humana y las señales del cerebro, para lo cual se ha demostrado que las expresiones faciales pueden ser usadas para detectar el estado emocional de una persona (Pantic, y Rothkrantz, 2000 y Esfahani y Sundararajan, 2011).

El objetivo de este trabajo es caracterizar diferentes gestos faciales mediante el análisis de correlación utilizando un dispositivo de adquisición de señales electromiografías (EEG, por sus siglas en inglés) portátil. Lo que permitirá determinar si es posible utilizar estos dispositivos, lo cuales cuentan con una cantidad limitada de sensores como el EMOTIV INSIGHT para caracterizar las señales que provienen de los gestos faciales, para su futura aplicación en BCI tanto de ejecución como de reconocimiento de emociones.

Para la adquisición de datos se empleó el dispositivo EMOTIV INSIGHT el cual es un lector de EEG personal, portátil e inalámbrico. Este equipo puede ser usado para diversas aplicaciones como terapia, desarrollo personal, BCI, entre otros. Las señales en crudo son extraídas mediante el programa EMOTIV PRO, que permite grabar los datos y exportarlos en formato CVS para su posterior procesamiento usando MATLAB.

El experimento consistió en colocarles el dispositivo a 10 individuos y pedirles que replicarán una serie de gestos durante 15 segundos, con 5 segundos de descanso entre cada gesto. Los gestos que realizaron fueron, gesto neutral, ojos cerrados, sonrisa, fruncir el ceño, dientes apretados y sorpresa.

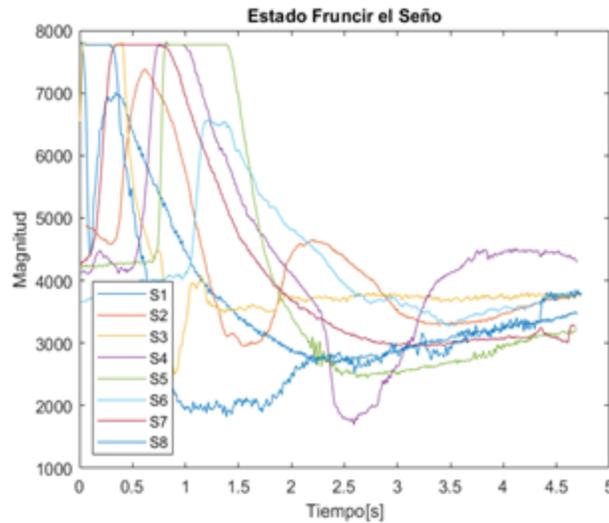


Figura 1. Gráfica del gesto de fruncir el ceño en el sensor AF3.

Para determinar qué tan parecidos son los datos de los diferentes gestos, en los sujetos de prueba se optó por realizar una prueba estadística usando el análisis de correlación. Para el análisis de correlación se decidió usar como referencia el sensor AF3 ya que según su área de Broadman este se encuentra relacionado con las emociones que se reflejan en los gestos faciales

Por cada gesto, se elaboró una gráfica de la señal contra el tiempo con las muestras de todos los participantes, en estos datos se realizó una normalización al restarles el valor promedio. En la figura 1, se presentan la gráfica del mejor caso, el cual se presentó en el gesto de fruncir el ceño. En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos al realizar el análisis de correlación en la que se observa que el mejor caso tiene un valor de 0.8251.

Tabla 1. Valores de correlación del gesto fruncir el ceño en el sensor AF3

Fruncir el ceño								
S1	1	0.7067	0.7853	0.4190	0.3810	-0.0538	0.8128	0.6905
S2	0.7067	1	0.3938	0.3431	0.2436	-0.1271	0.7803	0.2945
S3	0.7853	0.3938	1	-0.0624	-0.0178	-0.1935	0.4075	0.9307
S4	0.4190	0.3431	-0.0624	1	0.8251	0.4000	0.6827	-0.1579
S5	0.3810	0.2436	-0.0178	0.8251	1	0.7072	0.7059	-0.2057
S6	-0.0538	-0.1271	-0.1935	0.4000	0.7072	1	0.2911	-0.4126
S7	0.8128	0.7803	0.4075	0.6827	0.7059	0.2911	1	0.2042
S8	0.6905	0.2945	0.9307	-0.1579	-0.2057	-0.4126	0.2042	1
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8

En conclusión, se presentó una forma demostrar que las señales de EEG generadas por diferentes individuos al realizar gestos faciales tienen relación, aunque con diferente nivel de fuerza, que en la mayoría de los casos resultó ser moderada.

El análisis de correlación, a pesar de ser un método estadístico, demostró tener resultados significativos obteniéndose un promedio de 20.91% de relaciones fuertes y un 34.18% de relaciones moderadas y solo un 12.24% de relaciones muy débiles.

Se confirmó que EMOTIV INSIGHT es una opción viable para la detección de las señales que provienen de realizar los gestos faciales descritos y que el análisis de correlación a pesar de ser un método estadístico presenta resultados significativos, aunque poco concluyentes.

PREDICCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA POR ARCO CON GAS INERTE POR MEDIO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Jaime Avilés-Viñas¹, Alejandro Castillo-Atoche¹, y Renán Quijano-Cetina¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

javiles@correo.uady.mx

RESUMEN

En el siguiente trabajo se desarrolló un sistema de predicción de las características más relevantes de un cordón de soldadura ancho alto y penetración de este.

Partiendo de la base de analizar datos experimentales, se procedió a implementar un sistema de predicción usando el software Matlab®, se programaron las redes neuronales artificiales Perceptron Multicapa, Multi-Layer Perceptron (MLP) y de funciones radiales básicas (RBF) por sus siglas en inglés.

De los resultados obtenidos se pudo observar una adecuada correlación entre los datos experimentales y lo obtenido por el simulador.

Dentro de la robótica uno de los procesos más utilizados e implementados es la soldadura tipo GMAW la cual se usa en aproximadamente el 25% de los procesos que se desarrollan en la producción de carrocerías, motores, sistemas de transmisión frenos y accesorios [1], todo esto requiere mejores estrategias de flexibilidad y un control estricto en la calidad y unión de los procesos de soldadura.

El modelado de los parámetros geométricos del cordón de soldadura puede ser interpretado de las características principales del cordón de soldadura mostrado en la Figura 1.

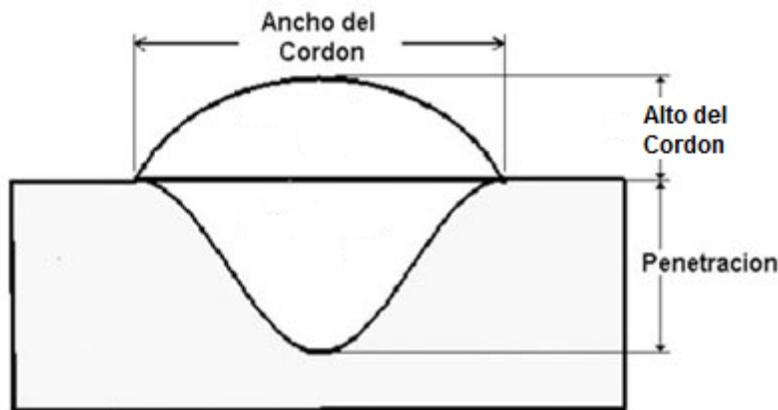


Figura 1. Características principales cordón de soldadura

Una de las técnicas usadas para el análisis del proceso de soldadura con las redes neuronales MLP, el uso de esta técnica nos permita el obtener basándonos en las relaciones de entrada y salida del cordón de soldadura un adecuado sistema de control del proceso que garantice las propiedades deseadas del mismo. [2], teniendo en cuenta la complejidad del modelado matemático del proceso de soldadura es por demás adecuado el uso de estas herramientas para el estudios y mejor control del proceso.

Metodología

Iniciando con el diseño de experimentos DOE, se procedió a elaborar el análisis de datos experimentales en los cuales se analiza la correlación mediante un análisis de regresión de los parámetros de alto y ancho del cordón de soldadura para lo cual se llevó acabo la simulación en el software de estadística Minitab 14©, analizando los datos de entrada en voltaje la corriente, la velocidad de traslación en el proceso de soldadura teniendo como salida la penetración del cordón.

Resultados

Partiendo de los experimentos estadísticos, de los datos obtenidos de las redes neuronales se procede a comparar los resultados de investigación experimental y los resultados de experimentos; La figura 2 representa, los valores de penetración en un cordón de soldadura de trabajos de investigación experimentales [4] contra la red neuronal MLP y los datos obtenidos de DOE de la ecuación de regresión para la penetración de igual manera se puede apreciar que los valores medidos son muy similares a los predichos, se pueden apreciar que los porcentajes de error obtenidos son 1.06 para MLP y 0.62 para DOE.

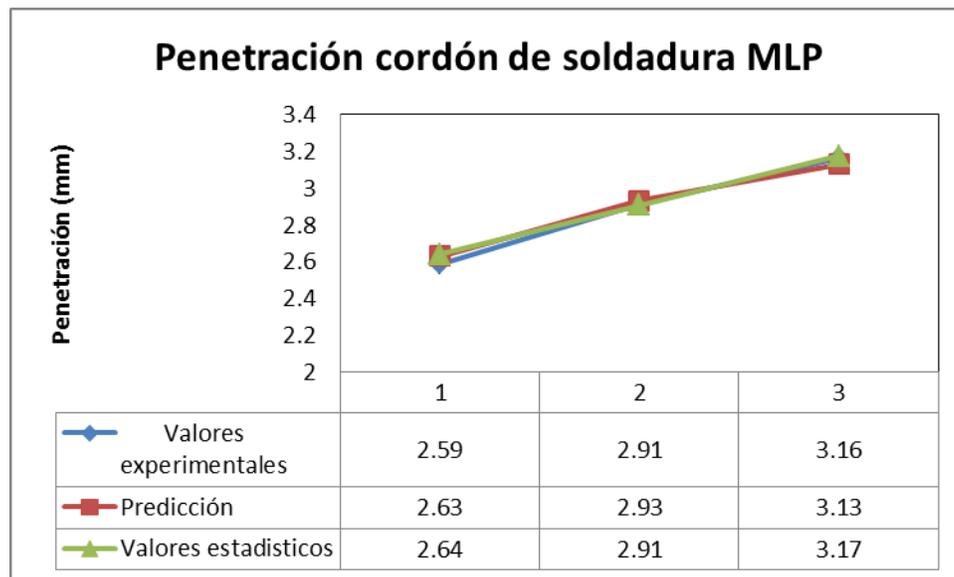


Figura 2 Datos experimento vs ANN MLP y DOE

Conclusiones

La red neuronal propuesta comparada en todos los casos mostrados entrega una eficiencia mayor al 90% lo cual para fines prácticos en procesos de producción particularmente los de soldadura tipo GMAW, permitiría el tomar decisiones correctas en los parámetros iniciales del proceso garantizando una salida con alta precisión en cuanto a la salida deseada del cordón de soldadura y por ende ahorrando tiempo y dinero en los procesos, así como garantizando una calidad adecuada.

La comparación con los datos obtenidos con las ecuaciones de regresión lineal para las características del cordón nos proporciona una adecuada herramienta para la selección de los parámetros iniciales del proceso de soldadura, los resultados obtenidos son la antesala de implementar estos algoritmos en otras plataformas tales como C++, lo cual permitiría el monitoreo y predicción en línea del proceso.

Otra de las ventajas de este trabajo es el poder compara dos tipos de redes y en base a los porcentajes de error encontrado se puede decidir el usar la red tipo MLP en futuros trabajos teniendo en cuenta la ventaja de entrenar la red fuera de línea y posteriormente implementar no solo los datos experimentales sino de igual manera hacer usos de sensores de voltaje, corriente y velocidad del proceso de soldadura como entradas al algoritmo de las redes neuronales.

Referencias

- [1] Norberto-Pires J, Loureiro A, Bölmsjö G. et al, "Welding Robots Technology System Issues and Applications" Springer Verlag London 2006 ISBN1852339535.
- [2] Chan B, Pacey J. and Bibby M, et al. "Modelling Gas Metal Arc Weld Geometry Using Artificial Neural Network Technology". Canadian Metallurgical Quarterly, Enero 1999. Vol. 1. p.43–51. DOI:10.1179/000844399109609297
- [3] Karadeniz E, Ozsarac U, Yildiz C, "The effect of process parameters on penetration in gas metal arc welding processes (GMAW)" ELSEVIER Materials and Designs, Julio 2005. Vol. 28-2. p.649-656. DOI:10.1016/j.matdes.2005.07.014
- [4] Yousif YK, Daws KM, Kazem BI, et al. "Prediction of Friction Stir Welding Characteristics Using Neural Network". Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. Septiembre 2008. Vol. 2. p.151–155. ISSN 1995- 6665

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS CALIZOS

Rómel G. Solís-Carcaño¹ & Gerardo E. Chan-Magaña¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. tulich@correo.uady.mx

RESUMEN

Uno de los principales problemas que afectan la durabilidad del concreto es el daño por abrasión, especialmente en superficies de tránsito y elementos de almacenamiento y conducción de líquidos. La resistencia a la abrasión se define como la capacidad de una superficie de resistir el desgaste por frotación o fricción.

Las losas de concreto son los elementos constructivos que con mayor frecuencia son afectados por el desgaste por abrasión, especialmente aquellas que tienen alta exigencia en su desempeño, como son los pisos industriales, las carreteras y las pistas de aterrizaje. En estos elementos la resistencia mecánica no suele ser la propiedad que determina su durabilidad, sino el desgaste de su superficie que provoca que disminuya su capacidad de servicio.

Los principales factores que influyen en la resistencia a la abrasión del concreto son la relación entre el agua y el cemento, y las propiedades de los agregados pétreos, los cuales son también los factores que determinan la resistencia a la compresión y muchas de las otras propiedades del material; ya que ambas características definen su estructura porosa.

El proceso de acabado también incide en la resistencia superficial de las losas. En condiciones de fraguado normal, el aplanado se debe empezar lo más tarde posible, para permitir el sangrado del concreto y la evaporación del agua exudada; cuando el aplanado se inicia antes de que se elimine el agua de sangrado, ésta se mezclará con la pasta de cemento y producirá una delgada capa débil y porosa.

Se ha demostrado que el curado es un factor que afecta más la durabilidad del concreto, que su resistencia mecánica. Trabajos experimentales han mostrado que el movimiento de humedad en el concreto afecta únicamente una profundidad aproximada de 35 mm, por lo que si se deja que su superficie endurecida se seque en forma prematura, las reacciones de hidratación del cemento cesarán y la resistencia de la capa expuesta al desgaste será menor a la del resto del elemento.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto en el desgaste por abrasión de los siguientes factores: relación entre el agua y el cemento (A/C), curado húmedo

y sustitución parcial de agregado fino calizo por arena de sílica. Las variables de interés que se midieron en el concreto fueron: el desgaste por abrasión, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tensión por compresión diametral.

Las variables que se manipularon experimentalmente fueron: la A/C, la cual tuvo cuatro valores (0,40, 0,50, 0,60 y 0,70); la muestra de agregado fino, la cual tuvo dos variaciones (100 % de agregado triturado de roca caliza y combinación de 80 % de este mismo agregado con 20 % de arena de sílica); y el tratamiento de curado, el cual tuvo dos variaciones (curado por inmersión durante 14 días y curado al medio ambiente en laboratorio).

Los factores que se mantuvieron constante fueron: el tipo de cemento, que fue CPC 30R de fabricación mexicana; el agregado grueso, que fue triturado de roca caliza; el acabado de las losas, que fue con llana metálica de acuerdo con la recomendación para tráfico vehicular industrial; y la edad en la que se hicieron las pruebas de abrasión, compresión y tensión, que fue de 28 días.

La prueba de desgaste fue de abrasión por fricción y se basó en la norma europea *UNE-EN-1339 Baldosas de hormigón: Especificaciones y métodos de ensayo*. De acuerdo con esta norma el concreto estudiado en esta investigación con A/C de 0,40 se puede clasificar como de muy alta exigencia a la abrasión para uso industrial (denominado Clase 4, Marcado I), que se caracteriza por tener un ancho de desgaste ≤ 20 mm; los concretos de A/C de 0,50 y 0,60 se pueden clasificar como de exigencia baja para uso normal (Clase 12, Marcado G), que se caracterizan por tener un ancho de desgaste ≤ 26 mm y > 20 mm; mientras que el concreto con A/C de 0,70, con ancho de desgaste > 26 mm está fuera de la clasificación.

De acuerdo con el análisis estadístico de las diferencias de las medias, se obtuvieron diferencias significativas entre las medias del desgaste al hacer variar la A/C del concreto (con F igual a 15,38 y significancia menor a 0,01). Por medio de la prueba *post-hoc* se determinó que la diferencia entre la media del desgaste del concreto con A/C de 0,70 (31,20 mm) fue estadísticamente diferente de las medias de los concretos con las otras tres A/C (19,42, 23,63 y 24,54 mm correspondientes a las A/C de 0,40, 0,50 y 0,60, respectivamente); las significancias de estas tres comparaciones fueron $\leq 0,01$.

Por otra parte, en concretos sin curado húmedo se obtuvo una disminución del desgaste de 17 % al sustituir la quinta parte del agregado calizo fino por un material de mayor resistencia (arena de sílica). Cuando el concreto fue curado por 14 días, en el concreto con agregado fino combinado se obtuvo una disminución adicional del desgaste del 22 %, con lo que se produjo una disminución del ancho del desgaste total de un 36 %, bajo el efecto combinado de mejorar el agregado fino y de curar el concreto adecuadamente.

En las ecuaciones 1, 2 y 3 se presentan los modelos lineales de correlación obtenidos, en los que se tuvieron coeficientes de Pearson de -0,91, -0,80 y 0,88, respectivamente, con significancias $\leq 0,01$; en ningún caso, la combinación de más de una variable independiente arrojó un mayor coeficiente de correlación.

$$\text{Desgaste}=43,69-0,07*\text{Compresión} \quad (1)$$

$$\text{Desgaste}=49,67-0,85*\text{Tensión} \quad (2)$$

$$\text{Desgaste}=4,76+36,25*A/C \quad (3)$$

EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES Y EL PERFIL DE LOS SUPERVISORES DE OBRA

Selene A. Audeves-Pérez¹, José A. Jiménez-Mukul²,
José A. González-Fajardo¹, José H. Loría-Arcila¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

selene.audeves@correo.uady.mx

²Estudiante de posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.

RESUMEN

En los proyectos de construcción, los supervisores de obra son los encargados de llevar a cabo y cumplir los objetivos de los proyectos a su cargo, éste debe ser dotado con capacidades para la toma de decisiones en la ejecución de los trabajos realizados por el personal operativo a su mando.

En estudios locales, nacionales e internacionales se ha encontrado que la supervisión se encuentra entre los principales factores que afectan el desarrollo de las construcciones.

El objetivo de este trabajo de investigación fue conocer cuál es el estado actual del cumplimiento de las funciones y del perfil compuesto por conocimientos, habilidades y actitudes de los supervisores de la obra que residen en los proyectos de construcción de vivienda, de acuerdo a la percepción de los jefes inmediatos y de los propios supervisores.

Mediante la revisión de fuentes bibliográficas y el juicio de expertos con amplia formación en la supervisión de la ejecución de proyectos de construcción, se identificaron 62 funciones que deben desempeñar los supervisores de obra, así como, 16 conocimientos, 10 habilidades y 20 actitudes que componen su perfil.

Posteriormente se elaboró una encuesta que se aplicó a 10 supervisores de proyectos de vivienda, esto para conocer su percepción en cuanto al nivel de cumplimiento de las funciones que realizan y de los conocimientos que poseen; por otro lado, también se aplicó una encuesta a los jefes inmediatos de dichos supervisores de obra para conocer su percepción en cuanto al nivel de cumplimiento de las funciones, así como las habilidades y actitudes que componen el perfil de sus subordinados.-

Para la estimación del nivel de cumplimiento de las funciones y de los componentes del perfil de los supervisores de obra se estableció la siguiente escala de evaluación: no probatorio (0 – 60 %), mínimo aprobatorio (61 – 70 %), satisfactorio bajo (71 – 80 %), satisfactorio alto (81 – 90 %) y sobresaliente (91 – 100 %).

De acuerdo a la percepción tanto del propio supervisor de obra como de su jefe inmediato la función identificada con un menor índice de nivel de cumplimiento (17.5% y 12.5% respectivamente) fue *capacitación de la mano de obra*, donde algunos de los entrevistados expresaron que no sabían cómo capacitar al personal de albañilería y se limitaban a revisar la capacidad del trabajador para realizar alguna actividad.

La función denominada *requisición de maquinaria* obtuvo el mayor índice del nivel de cumplimiento de acuerdo con las percepciones de los supervisores de obra y de sus jefes inmediatos (97.50 % y 95.00 %, respectivamente). Algunos entrevistados comentaron que los recursos de maquinaria no tienen mucha participación durante la ejecución de la construcción de vivienda, a diferencia de otro tipo de proyectos como las vías terrestres.

Las funciones se discriminaron en dos grupos: antes de iniciar el proyecto de construcción y durante la ejecución de los proyectos de construcción, cuya evaluación indicó un nivel de cumplimiento *satisfactorio bajo* por haber obtenido valores entre los rangos de 71% y 80 %.

En cuanto a los componentes del perfil de los supervisores de obra los conocimientos relacionados con un origen de tipo técnico, tuvieron índices del nivel de cumplimiento localizados en los rangos de *satisfactorio alto y sobresaliente*; en tanto que, otros conocimientos relacionados con especificaciones, normas y reglamentos, así como con la identificación y aplicación de requisitos de seguridad e impacto ambiental, obtuvieron índices del nivel de cumplimiento localizados en el rango de *satisfactorio bajo*.

La habilidad con menor índice del nivel de cumplimiento fue la de *motivación del personal* (42.50 % y 47.50 % del supervisor de obra y de sus jefes inmediatos, respectivamente). Por otro lado, la habilidad con mayor índice del nivel de cumplimiento fue la de *uso de herramientas para la verificación del cumplimiento de especificaciones* (97.50 %).

Las actitudes de los supervisores de obra fueron evaluadas de forma positiva ya que 19 de 20 de ellas se encontraron en los rangos de *satisfactorio alto y sobresaliente*.

Finalmente se obtuvo la correlación entre las funciones y cada uno de los tres componentes del perfil de los supervisores de obra. Los mayores valores de correlación se generaron entre las funciones y las habilidades de los supervisores de obra. Este resultado coincide con la percepción de profesores y empleadores de ingenieros civiles de la región, quienes mencionan que éstos deben desarrollar habilidades de tipo interpersonal para un mejor desempeño del ejercicio profesional a largo plazo; de igual forma, en un estudio realizado en Canadá, se hacen recomendaciones para que las empresas constructoras capaciten a sus supervisores para mejorar sus habilidades de liderazgo, esto con el fin de generar un impacto positivo en el rendimiento de la mano de obra.

MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DETERIORO DE LAS FACHADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE CAMPECHE

Gilberto A. Corona Suárez¹ y Jesús A. Chan May¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
csuarez@correo.uady.mx

RESUMEN

Los diferentes niveles de gobierno son los encargados de llevar a cabo los programas para la conservación de las fachadas y el mejoramiento de la imagen urbana de los centros históricos de las ciudades en México. Sin embargo, actualmente, en dicho contexto, es común que no se cuente con una metodología definida para la planeación de los proyectos de mantenimiento, o un plan de gestión a largo plazo que tome en consideración las características de los edificios y sus necesidades de conservación. Tal es el caso del Centro Histórico de Campeche (CHC), el cual fue uno de los principales puertos durante la Nueva España y actualmente es considerado uno de los símbolos con mayor importancia a nivel nacional, ya que su arquitectura y traza urbana le merecieron ser declarado, a partir del 1 de diciembre de 1999, Patrimonio Cultural de la Humanidad por parte de la UNESCO. Por lo tanto, este trabajo pretendió contribuir en la solución de este problema, estudiando el caso del CHC en particular. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un modelo para estimar el deterioro de las fachadas del CHC. Dicho modelo se basó en un extenso análisis de los trabajos llevados a cabo en otras partes del mundo y puede ser adaptado para otros sitios históricos, así como para edificios no históricos que requieran un mantenimiento sistemático. Después de analizar las opciones, se decidió construir un modelo de regresión con base en datos recopilados sobre los procesos de deterioro y los factores que generan estos procesos. Para alcanzar este objetivo se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se identificaron los procesos de deterioro con mayor impacto en las fachadas del CHC, así como los factores que influyen en su aparición, a partir de la opinión de un grupo de expertos vinculados al mantenimiento del CHC. La recopilación de opiniones se realizó con el apoyo de un cuestionario y se empleó el método Delphi en dos iteraciones con el fin de llegar a un consenso.
2. Se seleccionaron los factores a incluir en el modelo con base en los resultados anteriores y considerando la disponibilidad de recursos para evaluarlos. Se tomaron en cuenta cuatro factores de deterioro: la edad de la última intervención, el uso del edificio, la orientación y el color de la fachada. De manera preliminar, se decidió entonces considerar a modo de variable dependiente el nivel de deterioro de las fachadas, y como variables independientes los estados de dichos factores.
3. Se estableció un procedimiento para recopilar información y determinar el nivel deterioro, así como los respectivos estados de los cuatro factores de deterioro, de una muestra estadística de cincuenta fachadas seleccionadas aleatoriamente del CHC.

4. Se analizó la correlación entre el nivel de deterioro y los estados de los cuatro factores de deterioro en las fachadas seleccionadas del CHC. Mediante este análisis se construyó un modelo de regresión lineal múltiple en el que, sin embargo, solamente la edad de la última intervención resultó estadísticamente relevante. A partir de esto se construyó un modelo de regresión lineal simple, considerando únicamente dicha variable.

5. Se realizó una validación interna del modelo, calculando la magnitud media del error relativo entre las evaluaciones del nivel de deterioro de las cincuenta fachadas de la muestra y los respectivos valores estimados con el modelo; en este caso el valor del error fue de 15.90%. También se validó de manera externa, evaluando otras diez fachadas del CHC, y resultó con un error del 7.24%. De acuerdo con la literatura, estos niveles de error indican que el modelo es suficientemente preciso, ya que es menor al de 22.60% que diversos autores reportan como aceptable.

6. Se estimó, con el modelo obtenido, la vida de servicio para los recubrimientos de la fachada utilizando niveles máximos de deterioro de 10, 20 y 30%. Específicamente, el nivel de 30% es el propuesto por la literatura como el deterioro máximo que debe tener una estructura para realizar alguna acción de mantenimiento preventivo, a partir de este nivel los costos de los trabajos se incrementan de una manera considerable debido a que ahora se considerarían trabajos correctivos.

De los resultados obtenidos se tuvieron las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con los expertos consultados en esta investigación, los procesos que contribuyen en mayor medida al deterioro de las fachadas del CHC son los desprendimientos de aplanados, las eflorescencias y las humedades.
- De los factores que ocasionan el deterioro de las fachadas, la edad de la última intervención resultó ser la única variable predictora con un nivel de correlación estadísticamente significativo según su valor R^2 , y que, por lo tanto, se incluyó en el modelo.
- Con el modelo lineal propuesto a partir de los datos de las 50 fachadas dentro de la muestra, la vida de servicio estimada considerando un nivel máximo de deterioro de 20% es de 34.33 meses; mientras que para un nivel máximo de deterioro de 30%, el valor de la vida de servicio es de 48.31 meses.

Reconocimiento: Los autores agradecen al Conacyt por la beca otorgada al Ing. Jesús A. Chan May, la cual hizo posible el que haya cursado el programa de Maestría en Ingeniería – Opción Construcción de la Facultad de Ingeniería de la UADY.

**UTILIZACIÓN DE GRAFOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE INSTALACIONES
ELÉCTRICAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIA EN EDIFICACIÓN**

J. Nicolás Zaragoza-Grifé¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. zgrife@correo.uady.mx

RESUMEN

En la industria de la construcción se presenta de manera continua la necesidad de cuantificar instalaciones basadas en redes; tal es el caso de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. La cuantificación de dichas instalaciones sirve a un conjunto de necesidades entre las cuales por orden cronológico son: estimación de los costos asociados, procuración de materiales, asignación de tramos a personal de obra, gestión de subcontratos, estimación del avance de la ejecución e inventario final para planos as-built entre otros.

En este trabajo se presenta una metodología que hace uso de un artefacto matemático denominado grafo. El cual permite modelar la instalación a cuantificar. Los grafos son estructuras de información compuestas de nodos y elementos. Cada elemento debe estar ligado a un único par de nodos. Los nodos representan las conexiones y cambios de rutas de las instalaciones y los elementos representan los ductos y conductores.

La metodología es simple y directa. Se usa un libro de cálculo en Microsoft Excel habilitado para macros con dos hojas de cálculo. La primera hoja debe contener la información de los nodos de la instalación. La información de cada nodo se compone de un identificador alfanumérico único y las coordenadas espaciales x, y, z con respecto a un sistema de referencia arbitrario. Junto a cada nodo, se anota por columna la cantidad de accesorios relacionados con el nodo dependiendo del tipo de instalación. Por ejemplo, en una instalación eléctrica en un nodo se puede encontrar una chalupa con un contacto dúplex y una placa de dos ventanas. En una instalación hidráulica se podría encontrar en un nodo determinado un codo y una reducción. En la otra hoja de cálculo se define una tabla que relaciona de nodo a nodo cada tramo que representa un ducto, una tubería o un conjunto de conductores. A su lado se coloca la cantidad de conductores en el caso de una instalación eléctrica y en el caso de instalaciones hidráulicas y sanitarias se coloca la información del tipo de ducto, así como su diámetro.

Se hace uso de la programación en VBA (Visual Basic par Aplicaciones. Traducido de las siglas en inglés), para determinar la longitud existente entre dos nodos dada la tabla de coordenadas. Se desarrolla la función: Distancia3D, la cual tiene como parámetros de entrada los identificadores únicos del nodo i y el nodo j del tramo y también el rango de celdas donde la función buscará las coordenadas espaciales de cada nodo y poder calcular y devolver la distancia espacial entre los dos nodos proporcionados. De esta forma, se facilita grandemente la cuantificación de ductos y conductores de las instalaciones. Al final se tiene la longitud total de cada uno de los tipos y diámetros de ductos y conductores, así como la cantidad total de cada tipo de accesorio asociado a cada nodo; completando de esta forma la cuantificación de la instalación.

Si bien es cierto la tecnología de información ha presentado avances significativos en la modelación de la construcción en la actualidad. Tal es el caso de BIM en la parte MEP (Instalaciones Mecánicas, Eléctricas e Hidrosanitarias, traducido de las siglas en inglés), el cual permite una cuantificación muy precisa de las instalaciones mencionadas. Sin embargo, no siempre se cuenta con el tiempo para modelar todo un edificio incluyendo las instalaciones. O por su magnitud no vale la pena hacerlo. Es necesario que el ingeniero constructor tenga la habilidad de procesar la información de forma rápida y sencilla a partir de un libro de cálculo con macros simples. Finalmente, este libro de cálculo se considera un material didáctico valioso para que el estudiante de la licenciatura de ingeniería civil y otras áreas afines, tengan clara la aplicación de las matemáticas como herramienta imprescindible para el uso cotidiano en la profesión.

COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS CORTOS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

Jorge Luis Varela Rivera¹, Juan Cacep Rodríguez¹, Joel Alberto Moreno Herrera¹, y
Luis Enrique Fernández Baqueiro¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
vrivera@correo.uady.mx

RESUMEN

Los muros de mampostería confinada son el sistema estructural más utilizado para la construcción de viviendas, oficinas y escuelas, entre otros. La mampostería confinada es ampliamente utilizada en México debido a su bajo costo y facilidad constructiva. En años recientes se ha estudiado el comportamiento de muros confinados sujetos a cargas fuera del plano, simulando cargas eólicas y sísmicas. Las variables estudiadas fueron las condiciones de apoyo, la relación de aspecto (altura entre longitud del muro), la relación de esbeltez (altura entre espesor del muro), la rigidez en el plano del marco de elementos confinantes (catillos y cadena superior), el esfuerzo axial de compresión, la presencia de aberturas y el tipo de piezas. En los trabajos encontrados en la literatura se observó que los muros estudiados se construyeron con relaciones de aspecto menores o iguales que uno. Lo anterior muestra la necesidad de contar con estudios experimentales donde se consideren muros cortos con alturas mayores que su longitud.

En este trabajo se evaluó el comportamiento fuera del plano de cuatro muros cortos confinados sujetos a cargas uniformes incrementales. Las variables de estudio fueron la relación de aspecto y el esfuerzo axial de compresión. Se consideraron dimensiones de muros de 193 cm x 271 cm x 15 cm y 133 cm x 271 cm x 15 cm (longitud x altura x espesor). Las relaciones de aspecto fueron de 1.4 y 2.0. Dos muros se ensayaron con un esfuerzo axial de compresión nulo y dos con un esfuerzo axial de 3.33 kg/cm². La sección transversal de los castillos y la cadena superior fue de 15 cm x 15 cm (base x altura). Se utilizaron bloques huecos de concreto de tres celdas con dimensiones nominales de 15 cm x 20 cm x 40 cm (espesor x altura x longitud). Se empleó mortero en las juntas con proporciones por volumen 1:2:7 (cemento: cal: arena). La resistencia a compresión promedio del concreto fue de 274.62 kg/cm². La resistencia a compresión promedio de la mampostería fue de 33.63 kg/cm².

Con base en los resultados experimentales se observó que, el patrón de agrietamiento final de los muros fue en general similar (Figura 1). El patrón se caracterizó por grietas

verticales seguidas por grietas diagonales hacia las esquinas de los muros. Para muros con el mismo esfuerzo axial, conforme la relación de aspecto aumentó, la resistencia fuera del plano aumentó y su capacidad de deformación fuera del plano disminuyó (Figura 2). Para muros con la misma relación de aspecto, conforme el esfuerzo axial aumentó, la resistencia fuera del plano aumentó y su capacidad de deformación fuera del plano disminuyó (Figura 2). Para los muros con el mismo esfuerzo axial, conforme la relación de aspecto aumentó, los desplazamientos horizontales y verticales en el plano disminuyeron. Para muros con la misma relación de aspecto, conforme el esfuerzo axial aumentó, los desplazamientos horizontales y verticales en el plano aumentaron. La falla de los muros se atribuyó en todos los casos al aplastamiento de la mampostería.

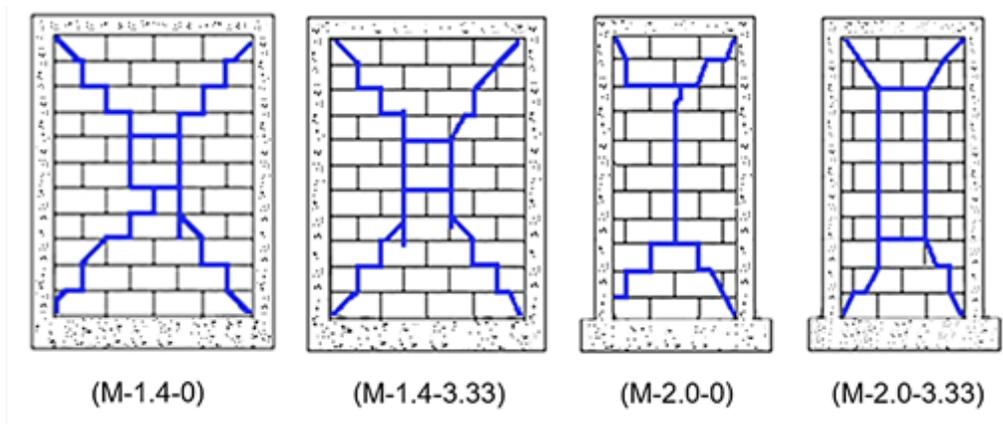


Figura 1 Patrón de agrietamiento final de los muros.

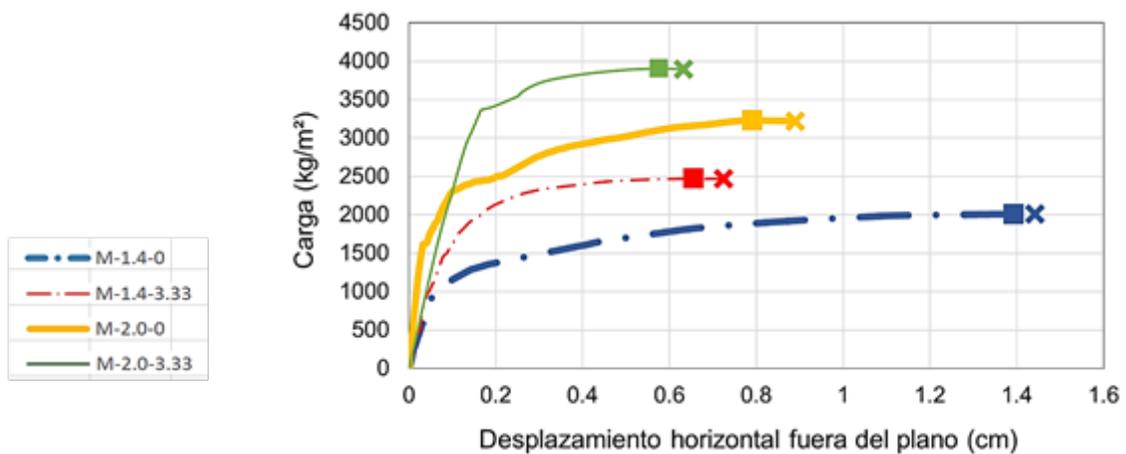


Figura 1 Curvas carga-desplazamiento horizontal fuera del plano de los muros

Reconocimientos

El segundo autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar sus estudios de posgrado.

**PARÁMETROS DE CORROSIÓN EN TRABES DE CONCRETO REFORZADO
BAJO CARGAS DE SERVICIO**

Joel Alberto Moreno Herrera¹, Mauricio Ismael Ponce Galera¹, Jorge Luis Varela Rivera¹ y Pedro Castro Broges²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
joel.moreno@correo.uady.mx

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, unidad Mérida

RESUMEN

El concreto reforzado (CR) es uno de los sistemas más utilizados en la construcción, con una producción anual de 11,000 millones de metros cúbicos por año. Por otro lado, la durabilidad y capacidad de estructuras de CR expuestas a ambientes marinos pueden ser seriamente afectadas por la corrosión. Los costos de reparación y mantenimiento de estructuras afectadas por la corrosión equivalen al 3.4% del PIB mundial. Por lo tanto, es de suma importancia conocer los efectos de la corrosión en estructuras de CR para aminorar estos impactos. Existen numerosos estudios sobre el comportamiento de elementos de CR con corrosión. Las variables más estudiadas han sido: el nivel de corrosión, el diámetro de las barras de acero de refuerzo, la aplicación de cargas sostenidas, el efecto del ancho de grieta y la técnica de inducción de corrosión. En la mayoría de estas investigaciones, las dimensiones, la cantidad y distribución del AR de las trabes estudiadas son diferentes que las utilizadas en la práctica común. Adicionalmente, existen pocas investigaciones en donde se someten a los especímenes a cargas sostenidas. Por lo que es necesario el estudio de elementos de CR con dimensiones, cantidades de AR y condiciones de carga que representen a las utilizadas en la práctica común.

En este trabajo, se estudió la evolución de la corrosión en 16 trabes de concreto reforzado sujetas a flexión en un ambiente no agresivo. Las dimensiones de las trabes fueron de 15 cm x 30 cm x 350 cm (base x peralte x longitud). La variable de estudio fue el diámetro del acero de refuerzo longitudinal a tensión. A ocho trabes se les colocó dos barras de 13 mm de diámetro como acero de refuerzo longitudinal a tensión y a ocho dos barras de 10 mm de diámetro. A las trabes se les aplicaron cargas sostenidas para inducir momentos flexionantes iguales al 60% de su momento de fluencia. Para la aplicación de las cargas se utilizó un sistema de cargas en cuatro puntos. Se determinaron la cantidad y ancho de grietas en las trabes asociados con la flexión. Se midieron la velocidad de corrosión (I_{corr}), potencial de corrosión (E_{corr}) y resistividad eléctrica del concreto como parámetros de la corrosión de las trabes. Se

evaluó la influencia de los agrietamientos en la evolución de los parámetros de corrosión.

Se encontró que, para un mismo nivel de esfuerzo en el AR, los agrietamientos fueron mayores para las traveses con AR de mayor diámetro (Figura 1). La velocidad de corrosión fue mayor para las traveses con AR de mayor diámetro (Figura 2). La velocidad de corrosión fue mayor en las zonas donde se presentaron los mayores agrietamientos. Existe una correlación entre los agrietamientos y la evolución de los parámetros de corrosión. Una mayor cantidad de grietas favorecen el fenómeno de corrosión. La cantidad y ancho de grietas se pueden determinar adecuadamente con modelos de agrietamiento conocidos. Por tanto, es posible determinar la posible evolución de los parámetros de corrosión en función de las propiedades geométricas y mecánicas de la sección transversal de traveses de concreto reforzado, la cantidad de acero y distribución del refuerzo, y los diagramas de momentos flexionantes.

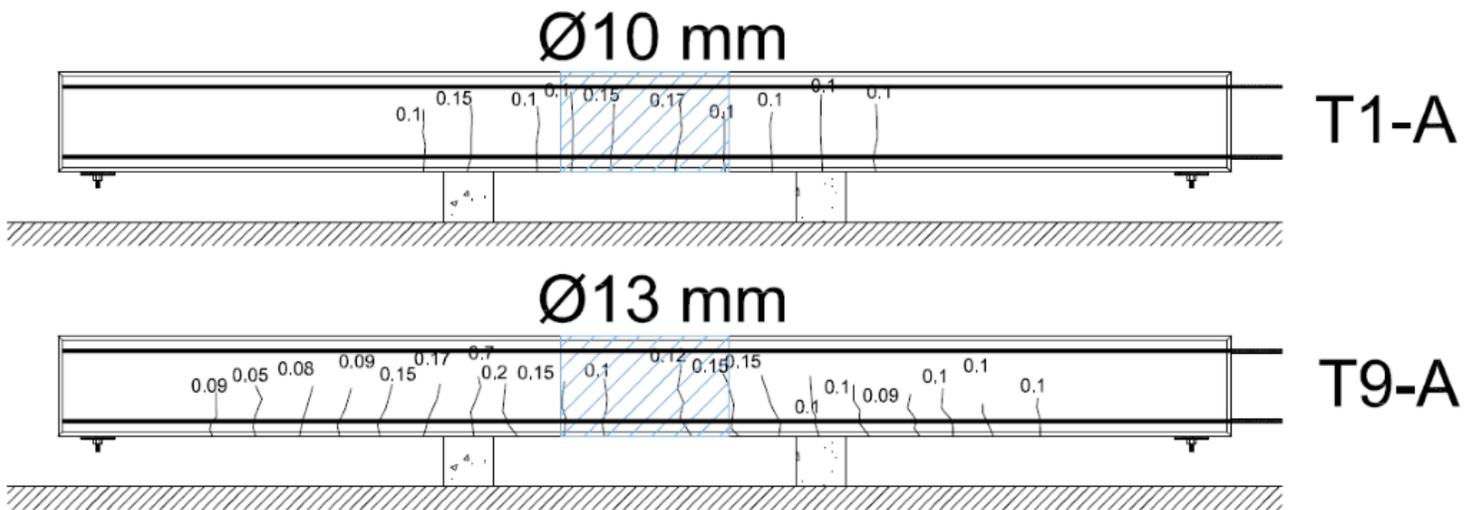


Figura 1 Agrietamiento de traveses con AR de 10 mm y 13 mm

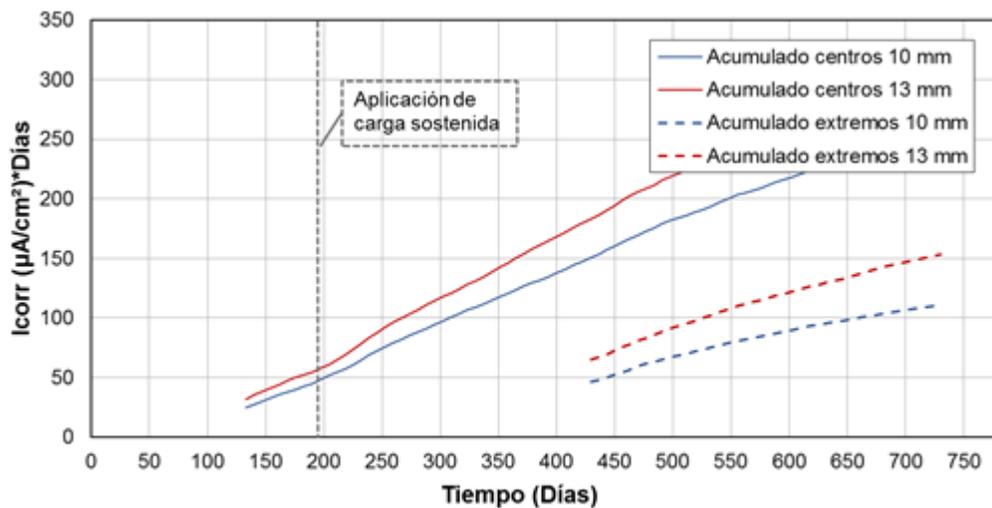


Figura 1 Velocidad de corrosión acumulada de traveses de CR

Reconocimientos

El segundo autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar sus estudios de posgrado.

COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE PIEZAS Y MAMPOSTERÍA DE CCA

Daisy S. Pérez-Buenfil¹, Luis E. Fernández-Baqueiro¹, Jorge L. Varela-Rivera¹ y Joel A. Moreno-Herrera¹.

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
shamel.perez@correo.uady.mx

RESUMEN

El Concreto Celular de Autoclave (CCA) es un material ligero prefabricado. El CCA se elabora utilizando una mezcla de cemento, cal, arena, agua y aluminio en polvo; este último hace que la mezcla se expanda hasta 5 veces su volumen original. El CCA es un material económico y sustentable debido a su baja densidad y a que es un buen aislante térmico y acústico. El CCA se empezó a utilizar en Estados Unidos desde el año de 1990, su uso en México comenzó desde el año de 1994. Los principales tipos de piezas de CCA utilizados para la construcción de muros son los paneles horizontales y verticales reforzados, junto con los bloques sólidos no reforzados. Desde hace unos años se empezaron a construir en México muros confinados de CCA sin contar con reglamentación para este tipo de sistema estructural. Por lo anterior, se visualiza la oportunidad de realizar estudios experimentales adicionales para profundizar en el conocimiento sobre el comportamiento estructural de muros confinados de CCA junto con el estudio de las propiedades mecánicas de dicho material. Entre las principales propiedades se encuentran: la resistencia a compresión axial, la resistencia a tensión y el módulo de elasticidad del CCA.

El objetivo de este trabajo fue comparar el comportamiento de piezas y pilas de mampostería de CCA sujetas a compresión axial. Se consideraron piezas pertenecientes a un lote con una resistencia a la compresión axial de 5.28 MPa (53.86 kg/cm²). Se determinó la densidad y el contenido de humedad de las piezas (ASTM C-169311); la resistencia a compresión axial y el módulo de elasticidad de las piezas (ASTM C169311) y resistencia a compresión axial y módulo de elasticidad de la mampostería (ASTM C-1314-14) (Figura 1).



Figura 1 Ensayes de compresión axial

La resistencia a compresión axial promedio de las piezas fue de 5.28 MPa (53.86 kg/cm²) con un coeficiente de variación (C.V.) de 0.02. El módulo de elasticidad promedio de las piezas fue de 2058 MPa (20993 kg/cm²) con un C.V. de 0.07. La resistencia a compresión axial promedio de la mampostería fue de 5.22 MPa (53.22 kg/cm²) con un C.V. de 0.05. El módulo de elasticidad promedio de la mampostería fue de 2602 MPa (26530.85 kg/cm²) con un C.V. de 0.17. Se observó que la resistencia a compresión axial depende del contenido de humedad de las piezas (Figura 2a). Por otra parte, el comportamiento de las piezas (A3, M3 y R3) y de las pilas (P1, P2 y P3) fue similar (Figura 2b).

Figura 2a Humedad vs resistencia a la compresión axial del CCA

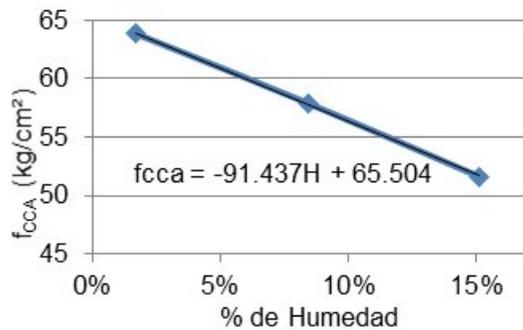
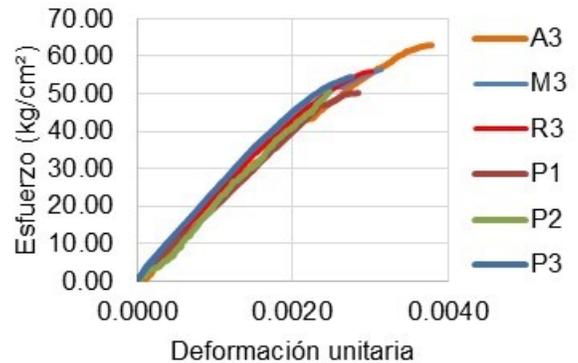


Figura 2b Curva esfuerzo-deformación de piezas y pilas de CCA



Con base en los resultados se concluye que la resistencia a compresión axial del CCA depende del contenido de humedad. A mayor contenido de humedad menor resistencia a compresión. La resistencia a compresión axial y el módulo de elasticidad de pilas de CCA son similares a los obtenidos del ensaye de una pieza. Por lo tanto, se considera que no es necesario ensayar pilas para determinar dichas propiedades.

Reconocimientos: Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para el desarrollo del proyecto de investigación 288718 titulado “Muros confinados de concreto celular de autoclave sujetos a cargas laterales” (FING-2018-0003), así como por la beca otorgada para la realización de estos estudios de Maestría en Ingeniería del primer autor.

**OBTENCIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PRESIÓN EN UNA ESTRUCTURA DE
PÁNELES SOLARES SOMETIDOS A LA ACCIÓN DEL VIENTO MEDIANTE
SIMULACIÓN CFD**

Cristian Joel Domínguez Sandoval¹, Gabriel Valladares Vázquez¹, Mauricio Gamboa Marrufo¹, Sherly Pool Blanco¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
cristian.sandoval@correo.uady.mx

RESUMEN

Los paneles solares, también conocidos como paneles fotovoltaicos, son dispositivos que captan y aprovechan la luz solar como fuente de energía, para convertirla en energía eléctrica, la cual puede ser utilizada para distintos fines.

Los paneles solares son colocados sobre unas estructuras metálicas para fijarlos y orientarlos hacia la luz directa del sol. Estos dispositivos, a su vez, se posicionan en las azoteas de viviendas y edificios; o a nivel del suelo en espacios abiertos para aprovechar mejor la energía solar y comprometer, lo menos posible, las áreas de servicio del usuario.

Al estar colocados a la intemperie, los paneles solares estarán sometidos durante toda su vida a la acción del viento, nieve, lluvia y otros efectos meteorológicos, por lo que es importante diseñarlos y fabricarlos de manera que resistan mencionadas acciones.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) indica que las velocidades de viento y la alta probabilidad anual de tormentas espontáneas son una amenaza constante en la región; está comprobado que las velocidades de viento en la península de Yucatán, pueden tomar valores de varios kilómetros por hora durante una tormenta (SMN, 2018). Por lo que cualquier objeto a su paso, estará expuesto a ser dañado o, en su defecto, ser arrastrado.

En este trabajo se presentan los coeficientes de presión obtenidos, por acción del viento a través de la utilización de la dinámica de fluidos computacional (CFD por sus siglas en inglés), sobre una estructura conformada por dos paneles solares, colocados uno junto al otro sin espacios, de la marca ERDM modelo 300-M6 HE; soportados por una estructura metálica con cuatro apoyos anclados en tierra e inclinados 20° con respecto a la horizontal. La modelación se realizó para cinco direcciones de incidencia del viento (0°, 45°, 90°, 135° y 180°) de acuerdo con la [Figura 1](#).

Los resultados obtenidos de la modelación por CFD mostraron que las direcciones de viento más desfavorables por empuje fueron a 0° para la cara superior del panel con

un coeficiente de presión (C_p) de +1.25; y a 135° con un $C_p=+1.40$ para la cara inferior. Para el caso de succiones, se obtuvo que las direcciones más desfavorables fueron a 180° con un $C_p=-1.20$ para la cara superior y a 0° para la cara inferior con un $C_p=-1.30$.

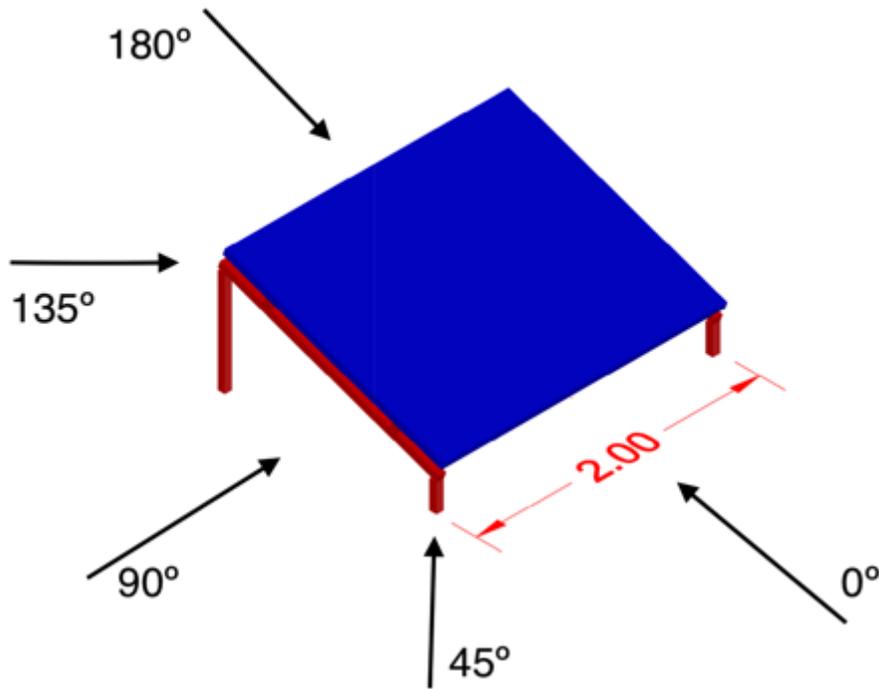


Figura 1. Esquema de los ángulos de incidencia del viento sobre la estructura de paneles solares.

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN, EMPLEANDO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Marisela Chi-Cob¹, Hadid Valladares-Torres¹, y Ana Cabrera-Pérez¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
marisela.chi@correo.uady.mx

RESUMEN

En épocas recientes, la ciudad de Mérida, Yucatán ha tenido importantes crecimientos demográficos notorios: en el ámbito económico a manera de inversión materializada, se construyen nuevas edificaciones de índole comercial y en el ámbito poblacional con un número de habitantes que fluctúa los 892,363 lo que eventualmente deriva en el aumento de la solicitud de vivienda. Este aumento, dadas las limitaciones del entorno, ha comenzado a pasar de un crecimiento horizontal a un incipiente crecimiento vertical. Es debido a este crecimiento que el proceso de cimentación es más complejo, pues es mayor la carga que aporta al subsuelo un edificio de altura y magnitud considerable. El objetivo del presente trabajo es determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos constituidos en diferentes puntos de la ciudad de Mérida, Yucatán, procurando ser representativos de cada punto cardinal.

La metodología de los muestreos realizados durante el estudio fue mediante la excavación de pozos a cielo abierto para la recolección de muestras de suelo alteradas, realizadas de al menos 1 metro de profundidad, para este estudio se emplearon pico y pala. Los puntos muestreados se ubican en la colonia Centro a una profundidad de 1.10 m, en el Sur, en la colonia Emiliano Zapata se obtuvo una muestra de suelo a una profundidad de 2.5 m, en el Noreste ubicado en el km 1 de la carretera Temozón – Chablekal se obtuvo muestra de suelo a una profundidad de 1.30 m, por otro lado, en el Suroeste, Noroeste, Oeste, Norte, Este y Sureste se encontró roca. Al finalizar los muestreos, se tuvo un total de 10 puntos, de los cuales 7 corresponden a roca y 3 a suelo. A las muestras de roca se les realizaron el estudio de sus características, aunque el objeto de este trabajo es relacionado al suelo de los cuales se determinaron la gravedad específica de los sólidos, granulometría, límite líquido, consolidación y prueba triaxial rápida no consolidada y no drenada, las cuales permitieron conocer el tipo de suelo, su asentamiento y su resistencia.

RESULTADO Y CONCLUSIONES. - Dentro de los principales resultados se encontró que en la zona Sur cuando la carga es de 16 Kg la deformación es de 3.039 mm y el asentamiento es de 0.0004 m, lo que implica un asentamiento menor que en las otras zonas, lo cual se debe a la fricción de las partículas de suelo en la muestra y a la

ausencia de cohesión; en la zona Noreste se observó que cuando la carga es de 16 Kg la deformación es de 2.872 mm y el asentamiento es de 0.0005 m, lo que implica un asentamiento medio, dentro de las muestras. En la zona Centro se observa que cuando la carga es de 16 Kg la deformación es de 5.495 mm y el asentamiento es de 0.0007 m, lo que indica un asentamiento mayor comparada con las otras muestras, esto debido la presencia de materia orgánica.

En la figura 1 se observa que, en la zona Centro se manifiesta un comportamiento plástico, por otro lado, en la zona Sur se muestra un menor esfuerzo de acuerdo con la deformación, esto se debe a la falta de cohesión en las partículas como lo demuestra el cálculo realizado a partir del círculo de Mohr en donde, en la zona Centro, la cohesión y el ángulo de fricción, producto de los ensayos es de 1.89 kg/cm^2 y 35° respectivamente. Para la zona Noreste se observa que la cohesión y el ángulo de fricción, producto de los ensayos es de 1.18 kg/cm^2 y 44° respectivamente. Para la zona Sur se observa que la cohesión y el ángulo de fricción, producto de los ensayos es de 0 kg/cm^2 y 50° respectivamente; existe ausencia de cohesión en la muestra al ser un material no plástico.

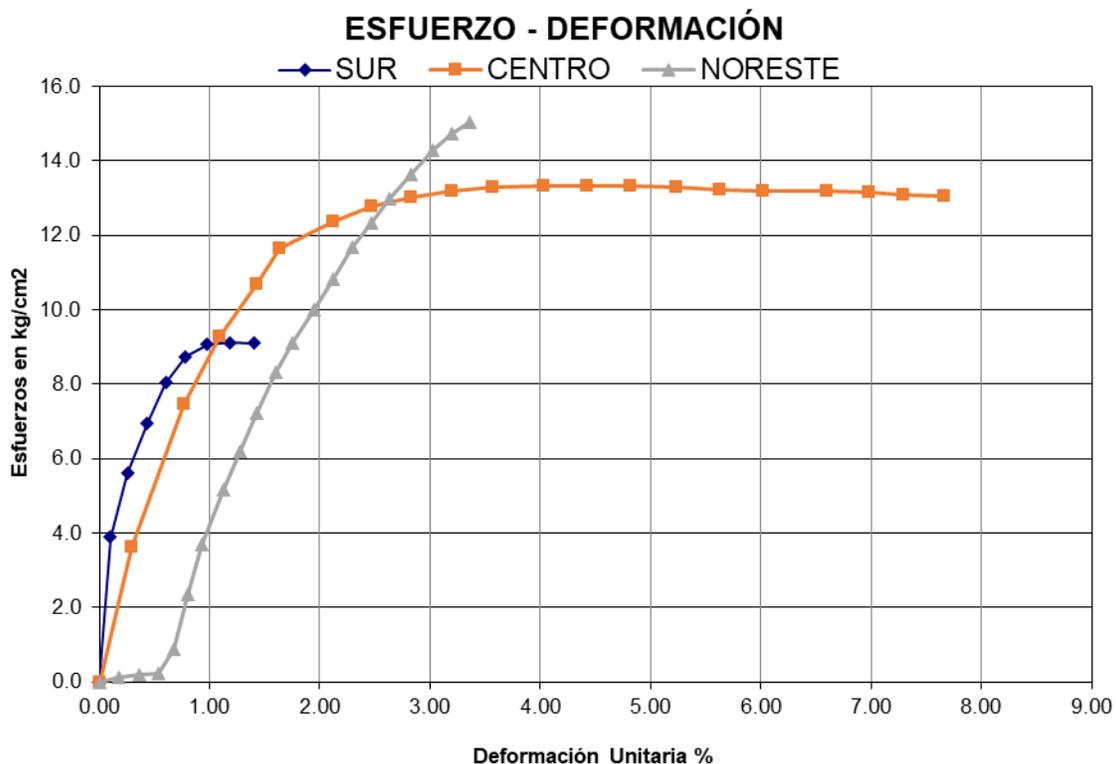


Figura 1. Gráfica de esfuerzo-deformación unitaria de los suelos a 220 kN

Realizando un análisis de clasificación de suelos y capacidad de carga para una cimentación a profundidad de 0.7m de una zapata cuadrada de 0.4 m por lado se encontró que en la zona Centro se tiene una capacidad de carga de 3.8 kg/cm^2 y un suelo tipo grava limosa con arena y finos orgánicos; para la zona Noreste, se tiene un suelo de grava limosa con arena con una capacidad de carga de 17.7 kg/cm^2 ; para la zona Sur se tiene un suelo de arena limosa con gravas y una capacidad de carga de 58.2 kg/cm^2 . Los valores del Noreste y Sur son mayores al valor de 5 kg/cm^2 propuesto

en el reglamento de construcciones del municipio de Mérida del año 2018, en su artículo 120, mientras que la del centro es menor.

Por último, podemos concluir que, de las tres zonas estudiadas, en la zona Centro debemos realizar estudios de mecánica de suelos pertinentes para el diseño de cimentaciones, pues es la que presentó menor resistencia y mayor asentamiento comparada con las otras zonas estudiadas. El suelo orgánico encontrado en la muestra de dicha zona es probablemente resultado del uso de suelo doméstico que se le daba y que a través del tiempo ha ido formando los estratos mencionados.

**ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL KARST EN UNA ZONA
VADOSA EN LA CIUDAD DE MÉRIDA**

Marisela Chi-Cob¹, Alejandro Medina-Rosado¹, Carlos Zetina-Moguel¹, Ismael Sánchez y Pinto¹, Roger González-Herrera¹, Humberto Osorio-Rodríguez¹, Javier Amaya-Uicab¹.

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
Marisela.chi@correo.uady.mx

RESUMEN

En este trabajo se explora desde una perspectiva probabilística la ocurrencia de manifestaciones kársticas de interés para la práctica de la ingeniería urbana: se estudian rocas de interés para los estudios de mecánica de suelos, y la probabilidad de ocurrencia de cavernas; estas formaciones son de interés tanto para estudios de mecánica de suelos, como también con aquellos relacionados a procesos de infiltración de la precipitación, contaminación, desalojo de aguas de inundación, manejo y mitigación de perturbaciones o contaminación del acuífero. El objetivo de esta investigación es estudiar, en una perspectiva estadística y probabilística, la zona de vadosa kárstica que subyace la ciudad de Mérida, Yucatán.

La metodología incluyó la perforación de 78 barrenos exploratorios de los que se obtuvieron perfiles estratigráficos en la zona de vadosa en el Poniente de la Ciudad de Mérida, Yucatán. Los análisis incluyeron descriptores estadísticos de la profundidad máxima del caliche superficial (roca caliza intemperizada colorblanco, muy dura compacta) y la profundidad de ocurrencia de las cavidades kársticas, así como la probabilidad de ocurrencia del caliche y de cavidades kársticas en perfiles estratigráficos. Los análisis se hicieron utilizando EXCEL, Statgraphics Centurión 18 y R-Project.

Se encontró que la probabilidad de encontrar caliche en un perfil estratigráfico en estos perfiles fue de 0.98 y el espesor medio de este tipo de roca en la corteza superficial fue de 2.83 m aunque puede alcanzar los 5.7 m. En la Figura 1 se muestra, mediante un gráfico de cajas y bigotes la distribución de las observaciones del espesor del caliche.

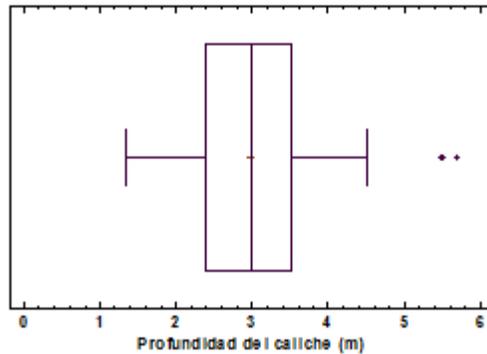


Figura 1.- Gráfico de cajas y bigotes de la profundidad o espesor del caliche (roca caliza intemperizada color blanco, muy dura compacta) de la corteza de la zona de vadosa en el poniente de la ciudad de Mérida.

Por otra parte, las cavidades de la zona de vadosa del karst tienen una probabilidad de ocurrencia de 0.128 y se encontraron a una profundidad media de 5.2 m y con alturas (o espesor) promedio de 1.07 m. En la Figura 2 se muestra, utilizando un gráfico de cajas y bigotes la distribución de la profundidad a la que se encontraron las cavidades kársticas en la zona de vadosa.

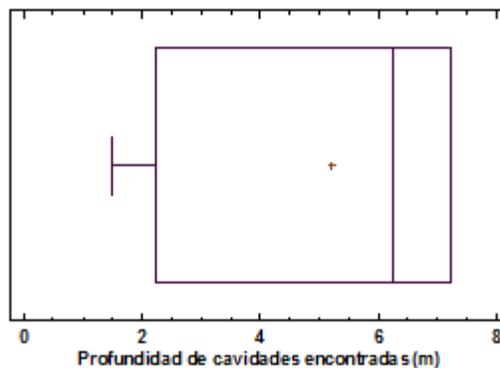


Figura 2.- Gráfico de cajas y bigotes de la profundidad en metros a la que se encontraron las cavidades kársticas en la zona poniente de la ciudad de Mérida.

Se concluye que los estudios realizados en el contexto de mecánica de suelos pueden ser de gran utilidad para entender la estructura de la zona de vadosa del karst en la ciudad de Mérida, Yucatán y utilizarlo en otras ramas de la ingeniería. La profundidad del caliche es un criterio que indica el límite de una capa relativamente impermeable y que aparece con mucha frecuencia en la costra de los suelos carbonatados de la ciudad de Mérida, Yucatán. La profundidad a la que se encuentran las cavidades y el espesor de la manifestación kárstica es información que resulta de interés tanto para considerarse en la vulnerabilidad del acuífero al ingreso de contaminantes, como a la capacidad de la zona de vadosa para infiltrar la precipitación pluvial durante eventos de inundación.

**ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN LA RED
ORGÁNOMETÁLICA $Ni_3(HITP)_2$ MEDIANTE PRIMEROS PRINCIPIOS**

José M. Domínguez Azcorra^{1,2}, Jorge Tapia¹, y Cesar Cab¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. fcrespo@uady.mx

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Mérida.

RESUMEN

Motivación

El almacenamiento de hidrógeno en materiales sólidos porosos constituye una estrategia para el almacenamiento del gas evitando las temperaturas criogénicas y altas presiones en comparación al almacenamiento en cilindros convencionales, mejorando la seguridad en su uso, transporte y almacenamiento. Diversos materiales se han estudiado en un período de varios años en la búsqueda de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas adecuadas para la construcción de un tanque de almacenamiento.

Objetivo

Estudiar el potencial de aplicación de la red organometálica $Ni_3(HITP)_2$ como material para almacenamiento de hidrógeno mediante primeros principios.

Antecedentes

El almacenamiento del hidrógeno en materiales sólidos se realiza cuando el hidrógeno molecular o atómico se fija en los poros del material mediante fisisorción o quimisorción, o estados de enlace intermedio entre los dos anteriores, dependiendo de las propiedades de los materiales usados para tal fin. Se han estudiado metales puros, nanomateriales de carbono puro y modificados como grafeno, nanotubos y fullerenos, zeolitas, hidruros complejos y redes organometálicas. En particular estas últimas poseen alta porosidad y propiedades mecánicas adecuadas, así como bajo peso que las hacen adecuadas para el almacenamiento de hidrógeno.

Metodología

Este trabajo se ha desarrollado mediante el empleo de la teoría del funcional de la densidad implementada en el código VASP [1]. El código VASP utiliza ondas planas para la representación de los electrones de valencia y funciones de pseudopotenciales

en la representación de los electrones de core para los diversos elementos presentes. Los cálculos fueron realizados empleando el potencial de intercambio y correlación GGA [2] (Gradient Generalized Approximation) y la corrección de Van der Waals propuesta por Dione [3]. Se utiliza paralelismo en un clúster de 256 núcleos de procesador.

Resultados y conclusiones

En este trabajo estudiamos la red organometálica y su interacción con hidrógeno molecular y atómico. Nuestros resultados muestran que la red puede atrapar moléculas de hidrógeno molecular mediante fisisorción con valores de adsorción del orden de décimas de mili-electrón-voltios (meV) y que para obtener adsorciones más fuertes es necesario la interacción mediada con átomos de litio, con el cual se obtienen energías de fracciones de electrón-voltios (eV). Estos resultados indican que es necesaria la decoración con elementos metálicos para que el almacenamiento pueda realizarse a temperaturas cercanas al ambiente.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por CONACYT fondo de ciencia básica mediante el proyecto 255571 convocatoria CB-2015-1.

Referencias

- [1] Kresse, G., & Furthmüller, J. (1996). Efficiency of ab-initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set. *Computational Materials Science*, 6(1), 15–50. [https://doi.org/10.1016/0927-0256\(96\)00008-0](https://doi.org/10.1016/0927-0256(96)00008-0)
- [2] Rajagopal, A. K., & Callaway, J. (1973). Inhomogeneous Electron Gas. *Physical Review B*, 7(5), 1912–1919. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.7.1912>
- [3] Dion, M., Rydberg, H., Schröder, E., Langreth, D. C., & Lundqvist, B. I. (2004). Van der Waals Density Functional for General Geometries. *Physical Review Letters*, 92(24), 246401. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.92.246401>

APLICACIÓN DE LA ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA PARA EL ESTUDIO DE HETEROESTRUCTURAS SEMICONDUCTORAS

Inés Riech, Miguel Zambrano, Felipe Maldonado

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
ines.riech@correo.uady.mx

RESUMEN

En la actualidad muchos de los dispositivos optoelectrónicos se obtienen en forma de películas delgadas, debido entre otras razones al ahorro de material y en consecuencia a la disminución de los costos. Estos materiales semiconductores depositados en forma de capas finas cumplen funciones específicas en los dispositivos y es de gran importancia tener el control de sus propiedades una vez que forman la heteroestructura. Este es el caso, por ejemplo de las celdas solares tipo CdTe, CIGS, kesteritas, entre otras, donde es de vital importancia conocer las propiedades de los materiales formando la estructura, las cuales pueden ser diferentes a las propiedades del mismo material aislado. Uno de los parámetros más importantes es la energía del gap la cual comúnmente se determina a través de la medición de transmitancia óptica. Sin embargo, cuando se tiene más de una capa es difícil obtener la contribución por separado de los materiales pues generalmente predominan las propiedades del que tenga mayor espesor.

La Espectroscopía Fotoacústica también es una técnica reconocida para el estudio de la energía de la banda prohibida en materiales semiconductores. Se han reportado trabajos relacionados con la determinación del borde de absorción óptica de una película delgada semiconductor depositada sobre un sustrato térmicamente grueso [1] u ópticamente transparente como el vidrio [2]. En el primer caso es posible separar la contribución de la película delgada de la del sustrato y estudiar el comportamiento de ambos materiales en la estructura. Sin embargo, no hay reportes de trabajos en los que se determine el borde de absorción de heteroestructuras semiconductoras sobre sustrato de vidrio.

En este trabajo se estudiaron estructuras tipo CdS/CdTe de diferentes espesores depositadas sobre sustratos de vidrio. La técnica de espectroscopía de transmitancia óptica no permite identificar el borde de absorción de la capa ventana en ninguna de las muestras. Sin embargo, utilizando la amplitud de la señal fotoacústica se determinó la energía del gap de la capa absorbente que en nuestro caso corresponde al CdTe (1.44 eV), valor que se mantuvo constante para todas las muestras. Se observó una

segunda transición en el espectro el cual esta relacionado con el CdS y el valor del máximo depende del espesor de la bicapa, variando desde 2.33 hasta 1.92 eV a medida que aumenta el espesor.

Los resultados se analizan en función de dos contribuciones, una el desacople reticular entre los materiales que forman la estructura y otra debido a la absorción óptica de cada compuesto. Los resultados se confirmaron con mediciones de XPS donde se observa la interdifusión de azufre en la interface y la formación de un compuesto ternario, el cual se conoce que aparece en estas estructuras producto de la temperatura de depósito.

1. M. Malinski, L.Bychto, J.L.Nzodoum Fotsing, K. Jungue and A.Patryn, J. Phys. IV France 117, 29 (2004)
2. L.Bychto, M. Malinski, Opto-Electronics Review 26, 217(2018)

**CARACTERIZACIÓN DE CAPAS Y DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES
MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE FOTOVOLTAJE SUPERFICIAL Y
FOTOCONDUCTIVIDAD PERSISTENTE**

Arturo Abelenda¹, Saúl Díaz² e Inés Riech²

¹Facultad de Ingeniería (estancia postdoctoral), Universidad Autónoma de Yucatán, México.
arturo.abelenda@correo.uady.mx

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México

RESUMEN

Hace más de 60 años ya, tuvo lugar la revolución en la electrónica que abrió las puertas al mundo de los materiales y dispositivos semiconductores. De hecho, puede afirmarse que gran parte del desarrollo tecnológico actual es resultado de esa revolución. Sin embargo, para alcanzar este punto ha sido necesario recorrer un largo camino de investigación, tanto teórico como experimental. Es imposible pensar en el desarrollo de nuevos materiales y dispositivos semiconductores sin hacer alusión alguna a las múltiples técnicas de caracterización existentes. Las técnicas de caracterización de materiales y dispositivos semiconductores son necesarias, tanto a nivel industrial como a nivel de laboratorio. En la industria permiten monitorear, algunas incluso en tiempo real, la calidad de los productos; mientras que en el laboratorio son unas de las piedras angulares para el desarrollo de investigaciones básicas.

Una de las grandes ramas de la ciencia de semiconductores, es la relacionada con el desarrollo e investigación de materiales y dispositivos con aplicaciones fotovoltaicas. Aquí las técnicas más usadas para la caracterización óptica son: la Fotoluminiscencia y la Fotorreflectancia. Ambas técnicas son relativamente costosas pues requieren del uso de láseres potentes, sistemas de enfriamiento y de vacío. En comparación, la Espectroscopia de Fotovoltaje Superficial (*Surface Photovoltage Spectroscopy*, SPS) es una técnica mucho más barata. La SPS permite estudiar capas y dispositivos completos, es una técnica no destructiva, y a pesar de que la señal que se registra es eléctrica no requiere la deposición de contactos metálicos de alta calidad. A través de ella se puede hallar el ancho de la banda prohibida, la localización energética de estados superficiales, el tipo de conductividad de las muestras, y es muy útil también para estudiar el efecto de la pasivación y tratamiento de las superficies [1, 2]. Esta técnica ya es usada a nivel industrial para la determinación de la longitud de difusión en obleas de silicio mono y policristalino [3].

Por otra parte, en el grupo de las técnicas de caracterización eléctrica de materiales semiconductores hay una gran variedad de ellas. Una de las más utilizadas, por lo valioso de la información que brinda, es la Espectroscopia de Transientes de Niveles Profundos (*Deep-Level Transient Spectroscopy*, DLTS). Una variante más simple de esta técnica es la conocida como Fotoconductividad Persistente (*Persistent Photoconductivity*, PPC). La diferencia esencial entre el DLTS y la PPC, es que en esta última la muestra es excitada con luz, lo cual simplifica mucho el montaje experimental pues la fuente de luz puede ser simplemente un diodo emisor de luz (*light emitting diode*, LED). Mediante la PPC se pueden conocer diferentes transiciones eléctricas que tienen lugar en el interior de la banda prohibida de los semiconductores, por lo que brinda información de los diferentes defectos de la estructura.

En este trabajo se presentan las bases físicas y las ventajas, tanto de la SPS como de la PPC, los criterios más utilizados para la interpretación de los datos obtenidos y la viabilidad de su montaje en las facilidades de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Reconocimiento

Trabajo realizado en el marco de la Beca de Excelencia del Gobierno de México de nivel postdoctoral otorgada por la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) por medio de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID).

Referencias

1. K. Kirilov, V. Donchev, T. Ivanov, K. Germanova, P. Vitanov y P. Ivanov, «*A surface photovoltage spectroscopy system used for minority carrier diffusion length measurements on floating zone silicon*,» *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, vol. 7, nº 1, pp. 533 - 536, 2005.
2. L. Kronik y Y. Shapira, «*Surface photovoltage spectroscopy of semiconductor structures: at the crossroads of physics, chemistry and electrical engineering*,» *Surf. Interface Anal*, vol. 31, pp. 954-965, 2001.
3. A. Castaldini, D. Cavalcoli, A. Cavalliniand y M. Rossi, «*Surface Photovoltage analysis of crystalline silicon for photovoltaics applications*,» *Solar Energy Materials & Solar Cells*, vol. 72, pp. 559-569, 2002.

SÍNTESIS Y ESTUDIO DE PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE P3HT:PCBM PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES ORGÁNICAS

Milenis Acosta, Aurora A. Matías Velázquez, David Canto-Reyes, José A. Méndez-Gamboa

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. adiaz@correo.uady.mx

RESUMEN

Las celdas solares orgánicas (OSC) son una tecnología prometedora dentro de las energías renovables al utilizar materiales y rutas de síntesis más sencillas y económicas que la tecnología actual del silicio para celdas solares. La mayoría de las investigaciones en esta área se enfocan en el estudio de la capa activa de las OSC responsable de la absorción de la luz y la producción de portadores de carga. El material más utilizado como aceptor de electrones es el PCBM (6,6-Fenil C61-Éster Metílico Ácido Butírico) y como donador de electrones el P3HT (Poli(3-hexiltiofeno)).

Para mejorar el desempeño de las OSCs se han abordado diversas estrategias entre las cuales está encontrar una manera más efectiva de atrapar la luz, para esto se han añadido nanopartículas, agentes estructurantes y se han variado los tratamientos térmicos. Este reporte se centra en la obtención de superficies nanoestructuradas en películas de P3HT:PCBM al añadir esferas de poliestireno (PS) que son posteriormente evaporadas con tratamiento térmico formando cavidades que influyen en las propiedades ópticas de las muestras.

Tres tipos de muestras (S1, S2, S3) fueron preparadas adicionando diferentes concentraciones de PS (Hydroxymethyl 200-500 mesh, Aldrich), a una mezcla de P3HT y PCBM con una razón de 2:1 disuelto en 1,2-diclorobenceno. Las películas de 200 nm de espesor fueron crecidas sobre sustratos de vidrio Corning 1737 usando spin-coating. Como referencia se tiene una muestra sin PS (S0). La morfología se determinó usando microscopía de fuerza atómica (AFM) con un microscopio Nanosurf. Las propiedades ópticas se midieron empleando un espectrofotómetro Agilent 8453 UV-Visible ChemStation.

En la figura 1 se muestran las imágenes de AFM, notándose que S0 exhibe una superficie lisa con una rugosidad promedio de 2.8 nm. S1 presenta pequeñas cavidades con un diámetro promedio (d_a) de 220 nm. S2 muestra cavidades circulares con diferentes radios y con S_a de 7.4 nm, mayor que las obtenidas para los otros dos conjuntos de capas. Para S3, se obtiene una morfología con cavidades redondeadas bien definidas, similares a las de S2, pero con material en su interior. El diámetro para

las cavidades exteriores es de 300 a 600 nm y para las columnas interiores de 100 nm, con $Sa=14$ nm.

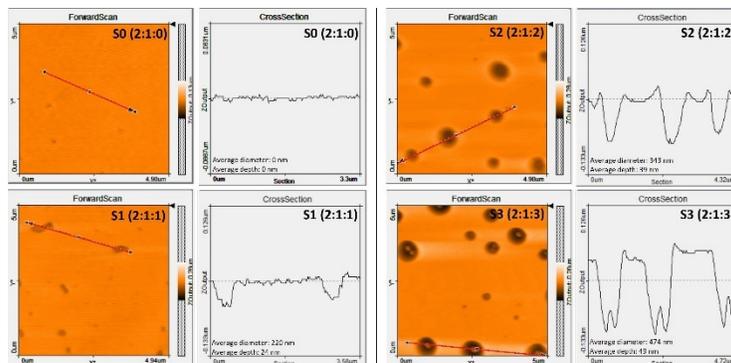


Figura 1. Imágenes de AFM de las muestras S0, S1, S2, S3 y S4.

En la figura 2 se muestran las absorbancias ópticas de estas películas posterior a la remoción térmica del PS. Para S0 se observan los picos característicos del P3HT:PCBM a 333 y 443 nm (inset de Fig. 2). Los valores de absorbancia aumentan considerablemente para S1, S2 y S3 respecto de S0.

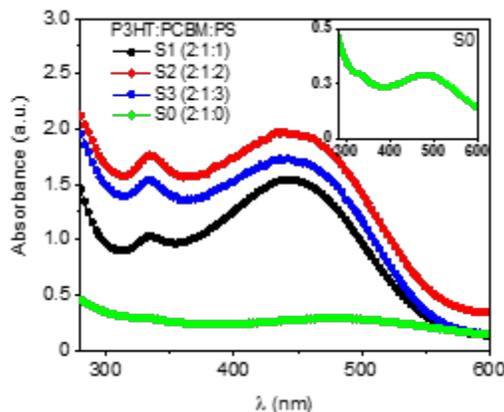


Figura 2. Absorción óptica para las muestras S0, S1, S2, S3 y S4.

Esta mejora en la absorción puede correlacionarse con la presencia de las cavidades dejadas por la remoción del PS (figura 1). Éstas mejoran las propiedades ópticas por la diferencia del índice de refracción entre las cavidades y el P3HT:PCBM. Las reflexiones totales internas causan confinamiento de la luz, incrementando considerablemente la probabilidad de absorción de fotones y por consiguiente aumentando la absorción óptica. Los resultados de este estudio sugieren que la configuración de heterounión de volumen de P3HT:PCBM:PS con concentración 2:1:2, es la más apropiada para su aplicación en OSC porque presenta una considerable mejora en la absorción óptica.

Reconocimientos: Los autores agradecen el financiamiento del proyecto 254667 CONACYT-SENER. Aurora A. Matías Velázquez y David Canto-Reyes agradecen el apoyo económico otorgado por el programa de becas de posgrado del CONACYT.

DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA ESFERA INTEGRADORA CONSTRUIDA CON PLA PARA LA APLICACIÓN DE LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE MAMA

Pedro May Yah, Mario Pérez Cortés, Jorge Lugo Jiménez, Maritza De Coss Gómez,
Manuel I. Flota-Bañuelos

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

En la actualidad se utilizan sistemas de esferas integradoras construidas con un blanco especializado, que tienen una reflectancia óptica mayores a 97% en el rango de 350 nm - 850 nm y mayor a 92% con longitudes de onda 250 nm - 1300 nm. El recubrimiento especial de estas esferas hace que su costo sea elevado, por lo que este trabajo presenta el estudio óptico de una esfera construida mediante impresión 3D y recubierta internamente con un blanco con reflectancia aproximada del 93%.

En una esfera integradora la luz incide en su pared interna y se dispersa en forma de fuente Lambertiana. Contiene puertos o aberturas en diferentes posiciones donde la luz se recolecta mediante un detector con la finalidad de muestrear objetos y así determinar sus características ópticas. También las esferas se utilizan en la medición radiométrica para diferentes tipos de fuentes, así como obtener mediciones lumínicas al variar la configuración óptica.

Este trabajo consiste en el diseño y la fabricación en PLA de una esfera integradora con puertos especiales para colocar el seno femenino y realizar mediciones con luz para la detección de cuerpos ajenos a dicho órgano. Se presenta la caracterización del sistema propuesto utilizando una fuente de luz blanca: LED, así como una fuente infrarroja de 780 nm. También se presenta la medición de la piel de algunas frutas.

El diseño de la esfera integradora tiene un puerto especial para contener el seno femenino tal y como se muestra en la Fig. 1. Se diseñó el puerto contenedor de la fuente de luz, así como el contenedor del fotodetector: un cable de fibra óptica que dirige la luz a un espectrofotómetro.

Posteriormente se realizó el recubrimiento del sistema reflector de la esfera integradora, mediante el depósito de un material reflector adhiriendo varias capas para darle rigidez.



Fig. 1. Imagen izquierda, vista de canto. Imagen derecha, vista frontal de la esfera integradora. Los puertos están sobre el mismo eje central, al fondo los puertos del fotodetector y abajo corresponde a la fuente de luz.

Una vez terminado el sistema se procedió a su caracterización mediante la comparación de una esfera integradora Stellar-Net. Los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3.

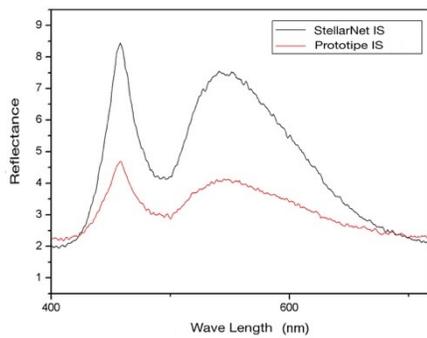


Figura 2. Caracterización con una fuente de luz blanca: LED

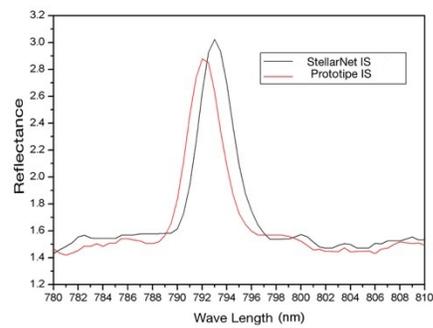


Figura 3. Caracterización con una fuente en infrarrojo de 780 nm.

En la Fig. 3 se observan los resultados para una muestra de laser infrarrojo. Dicho espectro asegura el funcionamiento de la esfera propuesta a longitudes de onda en el cercano y medio infrarrojo, ya que tiene amplias posibilidades para el estudio de la piel humana.

DETECCIÓN DE ELECTROLUMINISCENCIA EN CELDAS SOLARES POR MEDIO DE AMPLIFICACIÓN DE VIDEO EULERIANA

R. A. Medina-Esquivel, Eduardo Pérez Dawn, Saúl Díaz Ceballos, C. Vales-Pinzón,
M. A. Zambrano-Arjona, J. A. Méndez-Gamboa

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
ruben.medina@correo.uady.mx

RESUMEN

Actualmente existe un incremento notable a nivel mundial del porcentaje de energía generada por medio de fuentes renovables, destacando principalmente la solar fotovoltaica y eólica. Lo anterior da lugar a que en el ámbito de la energía solar la demanda de módulos fotovoltaicos sea cada vez mayor, por lo que es importante buscar medidas para que no se presente un incremento en sus costos o una disminución en su calidad. Uno de los factores principales para reducir los costos en la obtención de energía solar es la mejora en la eficiencia de los módulos fotovoltaicos, lo cual se logra considerando diferentes aspectos entre los que se encuentran la mejora en la calidad de los materiales que conforman a las celdas solares, y trabajar con un procesamiento y diseño adecuado durante su fabricación, con la finalidad de evitar posibles defectos.

Los defectos presentes en los módulos fotovoltaicos y celdas solares suelen ser una de las principales causas en la reducción de su eficiencia, existen diversas técnicas empleadas para su detección, entre las que se encuentra el mapeado de sus niveles de corriente y eficiencia cuántica por medio de la técnica de inducción de corriente por haz de luz (LBIC), medición de su curva I-V con un simulador solar y análisis de imágenes de su electroluminiscencia empleando cámaras infrarrojas.

La electroluminiscencia (EL) es la radiación emitida por una celda solar cuando una corriente fluye a través de ella, la cual se encuentra en la parte infrarroja del espectro electromagnético, cuyo rango de longitudes de onda es de 950-1300 nm. Debido al tipo e intensidad de la radiación emitida por la EL en las celdas solares, son usadas regularmente cámaras infrarrojas de alta sensibilidad de Si o InGaAs, el inconveniente de estas cámaras es su alto costo y especialización.

En este trabajo se presenta el desarrollo de una novedosa técnica de detección de electroluminiscencia en celdas solares mediante una cámara industrial regular de bajo costo, y un algoritmo de amplificación de video euleriana. Demostramos que es posible

detectar la electroluminiscencia de una celda solar alimentada con corriente directa modulada sinusoidalmente mediante polarización directa usando una cámara industrial y procesamiento de video mediante la amplificación de video euleriana. La calidad de las imágenes obtenidas se encuentra determinada por la corriente de modulación, su frecuencia y el factor de amplificación. Es posible por medio de esta nueva técnica, detectar defectos en celdas solares de manera precisa, lo cual es constatado por medio de técnicas estándares tales como LBIC, simulador solar e imagenología con EL empleando una cámara con sensor de InGaAs.

Reconocimiento: Agradecemos el financiamiento para la realización del presente trabajo por medio del proyecto 254667 CONACYT-SENER.

**AUTOMATIZACIÓN EN LA MEDICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO PARA
ELEMENTOS CUADRUPOLARES DE ACELERADORES LINEALES DE
PARTÍCULAS**

Karla B. Cantún Avila^{1*}, Cesar Herrera¹, Mario Pérez Cortez¹, David Martínez¹
J. Carlos Basilio^{2*}, D. Chávez Valenzuela^{3*}, M.C. García-Castañeda^{3*}, G.H.I. Maury
Cuna^{3*}, V.J. Cruz-Delgado^{4*}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

karla.cantun@correo.uady.mx

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México,

³Universidad Autónoma de Guanajuato, León. México

⁴CONACyT Centro de Investigación Científica de Yucatán, México

*Miembro RIIDTAP

Resumen

Una de las áreas de la ciencia que ha estimulado el desarrollo tecnológico en diversas ramas, es el área de la física de partículas elementales, pues debido a su naturaleza los experimentos requieren de instrumentos altamente precisos que permitan corroborar lo predicho por los modelos teóricos a través de los cuales se pretende dar respuesta a las preguntas fundamentales de la naturaleza. Es gracias a ésta área del conocimiento que surgió, desde principios de siglo pasado, la necesidad de desarrollar herramientas poderosas para crear haces de partículas que permitan analizar en detalle la estructura fina de la materia [1].

Dentro del área de aceleradores de partículas, se han logrado determinar secciones transversales del orden de femtobarns, para lo cual fue necesario crear haces de partículas del orden de micrómetros de radio. Las últimas energías alcanzadas se reportan para haces de partículas de 7 TeV [2]. Algunos países invierten en ese tipo de investigaciones alcanzando desarrollos tecnológicos que permean a diferentes áreas del conocimiento y son apreciados por la industria de países emergentes. En México se presentó en el 2009 la oportunidad de inversión de recursos humanos en el área de aceleradores de partículas, estrategia a través de la que se pretendía a mediano y largo plazo tener una incipiente área para el desarrollo de tecnología robusta y confiable. A principios de 2018 se creó la Red Inter - Institucional para el Desarrollo de Tecnología en el Área de Aceleradores Partículas RIIDTAP formada por

un grupo de profesionales altamente entrenados en diferentes áreas de la ciencia y la ingeniería.

Un primer producto de la mencionada colaboración ha sido el desarrollo de un modelo de cuadrupolo a escala real basado en los requerimientos expuestos para el primer Acelerador de Partículas Lineal Mexicano (eLINAC)[4,5]. Para cada etapa de diseño que contempla la manufactura y la construcción de los elementos involucrados y cuidando la precisión de dichos sistemas. Uno de los objetivos de este trabajo es medir el Campo Magnético generado por elementos polos magnéticos con precisión.

En este trabajo se realizaron mediciones del campo magnético generado por uno de los polos del modelo cuadripolar. El proceso de medición se obtuvo variando cada 1.5cm la distancia a lo largo de la pieza en cada una de las filas delimitadas transversalmente, como se muestra en la Figura 1.

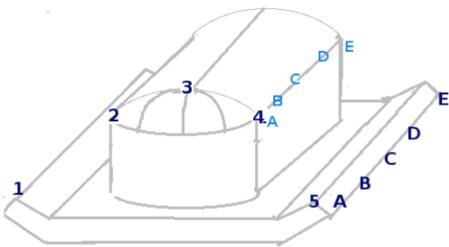


Figura 1 Esquema de distribución de puntos de medición en el polo.

Se realizaron las mediciones de campo variando la alimentación de la corriente eléctrica, a dos diferentes voltajes. Con lo que se pudo comparar con los valores estimados en una simulación previa.

De los resultados obtenidos, se destaca la importancia de la precisión en las mediciones, pues la incertidumbre de medición en el campo magnético es del orden de milímetros. En la Figura 2 se muestra la configuración de los materiales empleados para las mediciones.



Figura 2 Configuración de los materiales empleados para la medición.

Lo anterior con el objetivo de realizar un mapeo de la intensidad de campo magnético alcanzado por el polo alimentado con diferentes corrientes.

El objetivo del presente trabajo es implementar la automatización de las mediciones, a través de un sistema tipo CNC con el que se podría tener una mejor precisión en la recolección de datos experimentales.

Referencias

- [1] Holzer B.J., Introduction to Particle Accelerators and their Limitations, CAS-CERN Proceedings Accelerator School, CERN-2016-001
- [2] CERN.2004-003-V-3, LHC Design Report
- [3] Chavez, D., et al. "Status Report on the R&D of a 5 T/m Normal conducting Quadrupole Magnet for the 10-MeV Beam Line of the Electron Linac of the Mexican Particle Accelerator Community." Journal of Physics: Conference Series. Vol. 912. No. 1. IOP Publishing, 2017.
- [4] Lizárraga, Cristhian Alfonso Valerio., et al. "Study of the first Mexican linear accelerator." Rev. Mexicana de Física 64.2 (2018): 116-121.
- [5] Chávez, D., et al. "Field and Cost Optimization of a 5 T/m Normal conducting Quadrupole For the 10-MeV Beam Line of the eLINAC of the Mexican Particle Accelerator Community" (2018) 10.13140/RG 2.2.25872.720.

EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA DE MAR MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA

Germán Giacomán-Vallejos¹, Brenda Aguilar Aguilar¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
giacomán@correo.uady.mx

RESUMEN

Con el crecimiento de la demanda energética en el país, se ha intensificado el requerimiento de hidrocarburos, los cuales son producidos en altamar y movilizados a través de ductos submarinos y transporte marítimo hacia puertos de almacenaje (siendo éste un punto vulnerable a la contaminación de agua de mar). Los hidrocarburos se clasifican de varias formas, la más común es de acuerdo a su estructura: los alifáticos constituidos por moléculas de cadenas lineales o cadenas ramificadas de átomos de carbono enlazados a átomos de hidrógeno; así como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's), que son moléculas de 2 o más anillos de 6 y 5 átomos de carbonos fusionados, saturadas con átomos de hidrógeno (Peng, 2000). Los HAP's son contaminantes orgánicos que se acumulan a diario en el ambiente, especialmente en el agua, suelo y sedimentos, representando un potencial peligro para la biodiversidad, ecosistemas y los seres humanos principalmente por su potencial carcinogénico y mutagénico. La presente investigación tiene como objetivo encontrar una alternativa para dar solución a la contaminación por HAP's en agua de mar utilizando como sustancias modelo el antraceno y fenantreno mediante la aplicación de procesos de oxidación avanzada (H_2O_2/UV , la combinación de éste con $KMnO_4$, el proceso Fenton y Fenton/ UV) como alternativa para la remoción de la materia orgánica de baja degradabilidad biológica.

METODOLOGÍA

La determinación del antraceno y fenantreno y sus subproductos de oxidación de una muestra de agua de mar contaminada se realizó por medio de una extracción líquido-líquido. Se colocaron 15 ml de muestra en un embudo de separación, se agregó 5 ml de diclorometano, se agitó tres veces, se dejó 5 min para separar las fases y se extrajo el diclorometano; se realizó tres veces consecutivas el mismo procedimiento. El diclorometano se dejó evaporar durante 12 horas aproximadamente y se restauró con 1 ml de hexano grado HPLC. La muestra ya reconstituida se analizó empleando un

cromatógrafo de gases (Thermo Trace GC Ultra) equipado con un detector de masas (ITQ 900). Las condiciones de operación del CG-MS utilizadas fueron las siguientes: La temperatura del inyector fue de 250 °C y de la línea de transferencia de 270 °C. La temperatura de la fuente de iones de 200 °C. Los componentes fueron separados en una columna capilar modelo TR-5MS 5% fenilmetilsiloxano (30 m longitud x 0.25 mm diámetro interno) con 0.25 µm de espesor de la fase estacionaria. El gas portador utilizado fue helio de ultra alta pureza. Para la evaluación de la efectividad de cada proceso se realizó con un análisis estadístico con el programa Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS

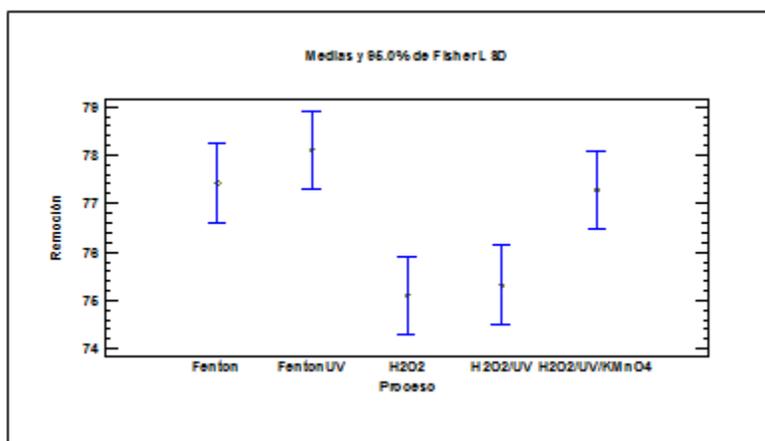


Figura 1. Comparación entre procesos para degradación de antraceno y fenantreno en agua de mar.

El mejor porcentaje de degradación obtenido fue por medio del proceso Fenton UV, sin embargo, éste proceso al igual que el proceso Fenton presenta inconvenientes fundamentalmente por el uso de grandes cantidades de hierro para conseguir altos rendimientos y a la producción de lodos, así mismo se requiere trabajar en condiciones de pH ácidos, incrementando los costos que supone el ajuste del pH y el acondicionamiento y disposición posterior de los

lodos generados; así mismo, considerando que no existe diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de este proceso y el proceso $H_2O_2/KMnO_4/UV$ (Fig. 1), se considera a este último como el más eficiente y económicamente viable para su aplicación a escala real

CONCLUSIONES

Los procesos fotocatalíticos de oxidación avanzada: $UV-H_2O_2/KMnO_4$ y Fenton UV resultaron eficientes en la remoción de antraceno y fenantreno con valores superiores al 76%.

REFERENCIAS

Peng Yang. G. (2000), Polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the South China Sea. "Environmental Pollution", 108, 163-171.

EFFECTO DEL PROCESO FENTON SOBRE HUEVOS DE HELMINTO

Roger I. Méndez-Novelo¹, Luis E. Vázquez-Obando¹, Carmen Ponce-Caballero¹,
Germán Giacomán Vallejos y Carlos E. Zetina Moguel¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
cponce@correo.uady.mx

RESUMEN

Introducción. Actualmente la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales en nuestro país utilizan como único medio de desinfección al cloro que, a pesar de tener buenos resultados, presenta algunos inconvenientes como la nula efectividad ante algunos microorganismos patógenos como lo son los huevos de helminto, organismos clasificados en un nivel alto de riesgo para la salud de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud. Debido al incremento en la reutilización de las aguas residuales y lodos residuales para uso agrícola se ha optado por buscar alternativas para la eliminación de estos organismos, encontrándose a los procesos avanzados de oxidación como una de las tecnologías más viables para su aplicación. Existe evidencia que muestra resultados favorables con el proceso Fenton para la remoción de organismos patógenos en aguas sintéticas, sin embargo, no se encontraron referencias de su aplicación en helmintos de lodos reales por lo que la presente investigación utilizó lodos residuales reales para evaluar la inactivación de Huevos de Helminto por efecto de la oxidación con un proceso de Fenton Homogéneo.

Objetivo. Evaluar la inactivación de huevos de helminto por efecto de la oxidación con un proceso de Fenton homogéneo.

Metodología:

Obtención de la muestra. Las muestras utilizadas para realizar la concentración de los huevos de helminto se obtuvieron de los lodos sedimentados en el reactor anaerobio de la planta de tratamientos del fraccionamiento "Las Américas", y "Fovissste Pensiones" ubicados en el municipio de Mérida Yucatán. Los lodos fueron tomados cuando se recircularon a la cama de secado. Para la obtención de la muestra se tomaron 20 litros de lodos en un bidón de plástico previamente desinfectado con cloro y rotulado con la fecha del muestreo.

Separación y concentración de huevos de helminto. Para la obtención de los huevos de helmintos presentes en las aguas residuales se utilizó el método descrito en el anexo V de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-2002, este se basa en

el principio de separación de huevos de helmintos por medio de lavados continuos combinados con diferentes etapas de filtración y flotación, así como su concentración.

Determinación de la viabilidad de huevos de helminto. Para determinar la viabilidad de los huevos de helminto se utilizó el método publicado por Rojas (1998).

Ensayos de inactivación de huevos de helminto. Para determinar el porcentaje de inactivación de huevos de helminto por el método Fenton homogéneo se propusieron 2 parámetros a variar: H₂O₂ y pH. Se realizó un diseño experimenta del 3², de acuerdo con la metodología planteada por Ramírez *et al.* (2006).

Resultados:

NO DE TRATAMIENTO (H ₂ O ₂ Mg/L), PH	HUEVOS DE <i>Ascaris lumbricoides</i>		PORCENTAJE DE REMOCIÓN
	ANTES DEL TRATAMIENTO (HH/L)	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (HH/L)	
Tratamiento 1 (30, 2)	7,595	4,005.7	47.26
Tratamiento 2 (30, 3)	6,080	2,361.5	61.1
Tratamiento 3 (30, 4)	5,500	2,882.5	47.5
Tratamiento 4 (60, 2)	6,300	5,021.7	20.2
Tratamiento 5 (60, 3)	4,800	2,832.7	40.9
Tratamiento 6 (60, 4)	5,650	630.5	88.8
Tratamiento 7 (90, 2)	6,300	3335.5	47.0
Tratamiento 8 (90, 3)	5,320	1,470.2	72.3
Tratamiento 9 (90, 4)	4,480	1,855.2	58.5

Viabilidad de huevos de Ascaris lumbricoides.

La muestra concentrada de lodos mostró un total aproximado de 2,085 huevos viables por mililitro, para determinar la viabilidad se utilizó el método publicado por Rojas *et al.*

(1998), aplicando azul de metileno al 0.1 % a la muestra observada bajo microscopio (figura 14).

Conclusiones:

Se evaluó la inactivación de huevos de helminto por efecto del proceso Fenton Homogéneo demostrándose su efectividad para inactivar huevos de *Áscaris lumbricoides*.

Se determinó la dosis óptima de proceso Fenton para inactivar huevos de *Áscaris lumbricoides* obteniéndose como mejores resultados las dosis de 60 mg/L de H₂O₂ trabajando a un pH de 4 y una relación Fe/H₂O₂ mg/mg de 12 logrando una remoción del 88.4 % siendo este proceso el más factible para su aplicación.

Referencias

- Rojas V. (1998). Técnica de tinción rápida para determinar la viabilidad potencial de algunos huevos de helmintos. "Ingeniería y ciencias ambientales". 38, 22-26.
- Ramírez Z. R. M., Galván M., Rodríguez A., Espejel F., Retama I. (2006) Evaluación del reactivo de Fenton para reducir el porcentaje de viabilidad de huevos de helminto (*Ascaris suum*) en medio acuoso. En XV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Guadalajara, México, 22-23.

**EFFECTO DEL ION FIERRO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO
DURANTE LA FERMENTACIÓN OSCURA**

Adela Martínez Epitacio¹, Manuel Canto Robertos¹, Roger Méndez Novelo¹, Carmen Ponce Caballero¹, Iván Moreno Andrade² y Carlos Quintal Franco¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

carlos.quintal@correo.uady.mx

²Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México -Unidad Juriquilla, Querétaro

RESUMEN

Las investigaciones sobre fuentes de energías limpias tienen a la producción de hidrógeno como una gran alternativa a las fuentes fósiles debido a que su combustión no genera gases de efecto invernadero. Los principales estudios sobre la producción de hidrógeno biológico se han enfocado en la biofotólisis del agua empleando algas y cianobacterias, la fotofermentación de compuestos orgánicos por bacterias fotosintéticas y en la fermentación oscura de compuestos orgánicos ricos en carbohidratos mediante bacterias anaerobias. La fermentación oscura se considera como la más viable ya que se obtienen altas tasas de producción de hidrógeno comparado con las dos primeras, además de que puede hacer uso de residuos orgánicos como sustrato, mitigando los problemas de contaminación que estos pudieran ocasionar (Ghimere et al., 2015). De esta manera, es posible obtener un producto con valor agregado a partir del tratamiento de un desecho.

Dentro de los factores que influyen en la producción de hidrógeno por fermentación oscura se encuentra el pH, la temperatura, la relación de sustrato-inóculo y los nutrientes necesarios para el metabolismo bacteriano. Con respecto a los nutrientes se ha reportado que el sodio, el magnesio, el zinc y el hierro son metales traza importantes que afectan la producción de hidrógeno (Blanco y Rodríguez, 2012; Lin y Lay, 2005). Entre ellos, el hierro es un nutriente importante para formar hidrogenasa u otras enzimas (Yang y Shen, 2006). Considerando lo anterior este estudio se centró evaluar el efecto de los cambios de la relación de sustrato-inóculo (S_0/X_0) y concentración de ion hierro en la producción de hidrógeno, mediante la fermentación oscura con un inóculo procedente de un digestor de tratamientos de aguas residuales.

Los experimentos se llevaron a cabo en reactores por lotes mediante botellas serológicas con un volumen de 120 mL, con un espacio útil de 80 mL. Se utilizó sacarosa como fuente de carbono más una solución de nutrientes para el desarrollo del inóculo pretratado a 100 °C por 24 h. Se utilizó un diseño factorial para evaluar el efecto del ion Fe en diferentes concentraciones (0, 75 y 150 mg/L) y la relación de

sustrato - inóculo (S_0/X_0) de 0.25:1, 0.50:1 y 1:1, en base al contenido de los SSV del inóculo pretratado. El medio fue ajustado a pH 5.5, incubándose a 37°C con una agitación de 150 rpm. La cantidad de biogás que se produjo fue medida por el método de desplazamiento de líquido. La producción de gas se modeló de acuerdo con la Ecuación de Gompertz que describe la producción acumulada máxima (H_{max}), el rendimiento máximo (R_{max}) y el tiempo de latencia (λ). Se analizó la concentración de ácidos grasos volátiles (AGVs) al final del tiempo de operación (40 h), por medio de cromatografía de gases. La demanda química de oxígeno (DQO) se realizó con base a Standard Methods. Finalmente, la cuantificación de carbohidratos se determinó por el método de Dubois. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes cinéticos de la producción de biogás de acuerdo con el modelo de Gompertz

Tratamientos	H_{max} (mL)	R_{max} (mL/h)	λ (h)
1:1 S_0/X_0 , 0 mg/L Fe	212.86	4.61	10.29
1:1 S_0/X_0 , 75 mg/L Fe	173.62	7.63	13.47
1:1 S_0/X_0 , 150 mg/L Fe	343.30	10.44	12.86
0.5:1 S_0/X_0 , 0 mg/L Fe	123.71	8.01	12.48
0.5:1 S_0/X_0 , 75 mg/L Fe	198.45	7.36	13.30
0.5:1 S_0/X_0 , 150 mg/L Fe	313.20	20.79	14.06
0.25:1 S_0/X_0 , 0 mg/L Fe	423.83	53.76	15.83
0.25:1 S_0/X_0 , 75 mg/L Fe	456.17	72.53	14.04
0.25:1 S_0/X_0 , 150 mg/L Fe	620.13	59.79	13.41

Se encontró que la concentración Fe y la relación S_0/X_0 y tienen un efecto significativo en las variables de respuesta. La interacción entre estos dos factores no resultó significativa para ninguna de las variables. Los mejores resultados se obtienen al utilizar una concentración de ion Fe de 150 mg/L y una relación S_0/X_0 de 0.25:1.

El porcentaje de H_2 contenido en el biogás fue mayor del 50% a partir de las 20 h de operación, alcanzando un máximo de 68% de H_2 en el biogás. No fue detectado CH_4 indicando que el pretratamiento térmico al inóculo fue adecuado para suprimir los microorganismos metanogénicos. El mayor rendimiento de H_2 se presentó en la relación 0.25:1 S_0/X_0 siendo de 2.90 mol H_2 /mol de sacarosa, además, en esta relación también se presentó la mayor tasa de producción de H_2 siendo de 39.79 mL/h.

La producción de AGVs fue cuantificada, siendo predominante la presencia de ácido acético y butírico, asociándose a una buena producción de H_2 . La remoción de DQO se encontró en un rango de 10-15%, por otra parte, el menor contenido de carbohidratos remanente se presentó en las relaciones de 0.25:1 S_0/X_0 , obteniendo un porcentaje de consumo mayor al 90%.

**SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES:
REACTORES TIPO CAMA BIOLÓGICA EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES
AGRÍCOLAS COMO PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL POR
PLAGUICIDAS**

Carmen Ponce-Caballero^{1*}, Virgilio Góngora-Echeverría^{2*}, Carlos Quintal-Franco^{1*},
Germán Giacomán-Vallejos^{1*}

¹ Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.

^{2*} Department of Civil Engineering, Queen's University Kingston, Ontario, Canada.

RESUMEN

Introducción

Según las estimaciones de Naciones Unidas, se prevé que la población mundial alcance los 9.6 mil millones en 2050. Esto implica un aumento en la producción del campo y por lo tanto en el uso de tecnologías asociadas a dichas actividades tales como el uso de agroquímicos, los cuales representan la alternativa más viable para proteger y garantizar las cosechas. Sin el uso de los plaguicidas los costos de alimentación podrían duplicarse; la escasez de comida representaría un grave problema, ya que cerca del 40% de la producción agrícola podría perderse (FAO, 2009). Por otro lado, si su manejo es inadecuado puede ocasionar la contaminación tanto de aguas superficiales como subterráneas, lo que representa un potencial riesgo para el medio ambiente y la salud.

Los sistemas de agricultura sostenible tienen la capacidad de mejorar el suministro de alimentos y proteger el medio ambiente. Los lechos biológicos son una alternativa viable para minimizar la contaminación puntual por plaguicidas producto de las actividades de preparación, uso y mantenimiento de instrumental de fumigación (Castillo *et al.* 2008). El éxito de estos sistemas de tratamiento entre los agricultores ha consistido en su fácil adaptabilidad según las condiciones de cada región donde se han implementado. Su diseño puede variar según la región; utilizando diversos materiales de construcción sustituyendo la arcilla por concreto o materiales plásticos, así como el remplazo de los sustratos originales por otros materiales disponibles y de bajo costo.

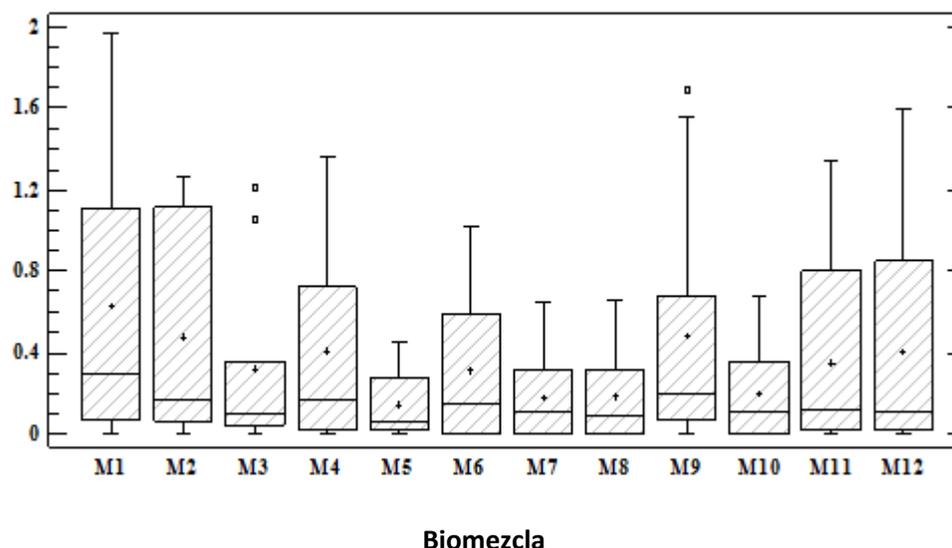
Con el fin de implementar sistemas de agricultura sostenible en el campo Yucateco que permitan mejorar el suministro de alimentos y proteger el medio ambiente, *el objetivo* de esta investigación fue evaluar la eficiencia en la disipación de cinco plaguicidas en lechos biológicos con doce mezclas diferentes de sustratos ampliamente disponibles en la región y de bajo costo.

Metodología

Esta investigación analizó 12 mezclas de sustratos constituidas de suelo agrícola, composta vegetal, bagazo de henequén, rastrojo de maíz y algas en diferentes proporciones V/V para tratar una mezcla de cinco plaguicidas en un periodo de 41 días. Los plaguicidas utilizados fueron atrazina, carbofuran, diazinon, glifosato y 2,4-D.

Resultados

Los resultados mostraron que todas las mezclas fueron eficientes en la disipación de altas concentraciones de plaguicida en corto tiempo. El tiempo, tipo de mezcla y tipo de plaguicida mostraron ser significativos ($P < 0.05$) en la disipación de los plaguicidas. Del mismo modo parámetros como la materia orgánica, lignina, capacidad de retención de agua y pH de las mezclas fueron significativos en la disipación de los plaguicidas ($P < 0.05$) (Gráfica 1).



Gráfica 1. Gráfico de caja y bigotes para el porcentaje remanente de plaguicidas (todos los plaguicidas) a los 20 días por biomezcla (n=180). (+) Media; (-) Mediana.

Conclusión

En conclusión, el estudio pudo corroborar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de efluentes agrícolas de tipo lecho biológico para la disipación de altas concentraciones de atrazina, carbofuran, diazinon, glifosato y 2,4-D, a los 20 días superiores al 98% y mayores al 99% a los 41 días en todas las biomezclas. Estos sistemas presentan una opción viable para los agricultores de la región en la prevención de la contaminación de suelo y cuerpos de agua por plaguicidas. Se comprobó que todos los materiales de la región empleados, en sus diferentes proporciones, fueron eficientes en la disipación de los plaguicidas, lo que indica que la sustitución de los sustratos originales, suelo, paja y turba, por estos sustratos mantiene la eficiencia del sistema e incluso la incrementa.

Referencias bibliográficas

- Castillo, M.d.P., Torstensson, L. and Stenstrom, J. (2008). Biobeds for environmental protection from pesticide uses a review. *J. Agric., Food Chem.* 56, 6206-6219.
- FAO (2009) Declaration of the World Summit of Food Security, Rome, November 2009. <http://www.mofa.go.jp/policy/economy/fishery/wsfs0911-2.pdf>

**PROCESOS DE FUNCIONALIZACIÓN MAGNÉTICA
DE NANOFIBRAS DE CARBONO**

Caridad Vales-Pinzón¹, Rubén Arturo Medina-Esquivel¹,
Miguel Ángel Zambrano-Arjona¹, Melissa Lessen Casais-Molina¹,
Rudy Amilcar Trejo-Tzab², Alejandro Vega Flick³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
caridad.vales@correo.uady.mx

²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

³Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Chihuahua.

RESUMEN

Los materiales nanoestructurados carbonosos, como las nanofibras de carbono, tienen propiedades físicas extraordinarias. Al incorporarlos a una matriz, las propiedades físicas de éstas presentan considerables mejoras. Sin embargo, la investigación actual en la ciencia de los materiales ha demostrado que la modulación de las propiedades de un material lo hace mucho más útil en los desarrollos tecnológicos. Los materiales compuestos que pueden manipularse magnéticamente han generado una gran cantidad de investigaciones debido a que un control estructural de los materiales se traduce en la modulación de sus propiedades ópticas, térmicas, mecánicas y eléctricas. La magnetización de las nanoestructuras de carbono permite su manipulación, por lo que el método con el que se logra la magnetización es primordial. El objetivo de este trabajo es optimizar la funcionalización magnética de la superficie de nanofibras de carbono (CNF), realizada mediante procesos físicos y químicos.

METODOLOGÍA

La magnetización de las nanofibras de carbono ofrece un medio para la manipulación de éstas y su efectividad depende del método con el que se lleva a cabo la magnetización. En este trabajo se desarrolló la funcionalización magnética utilizando fluidos magnéticos y vía química. Para la funcionalización mediante la técnica física se utilizaron ferrofluidos base queroseno y se determina la cantidad de material magnético adsorbido por estas nanoestructuras mediante la técnica de caracterización magneto-óptica basada en la ley de Beer-Lambert. Las CNF se agregaron a diferentes concentraciones volumétricas en matrices de ferrofluido, variando la concentración de magnetita (Fe_3O_4). Después de una agitación mecánica de 24 horas, los materiales de dejaron reposar durante varios días hasta que no se observaron cambios en el color del fluido restante. Finalmente, se analizó la concentración del líquido remanente. Para la magnetización de nanoestructuras de carbono utilizando el proceso químico, se realizó una funcionalización de la superficie de CNF con HCl. Seguidamente se

llevó a cabo una coprecipitación, en una cámara de atmósfera inerte para evitar la oxidación, en soluciones de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Cl}_2\text{Fe} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ con concentración molar 2:1. Las muestras estuvieron en agitación mecánica durante varias horas. Más tarde, las nanoestructuras se recogen y se agregan a una solución de NaOH con agitación. Luego el material se lava con agua destilada y se decanta hasta obtener una solución neutra. Finalmente, los CNF magnéticos se secan a una temperatura de 70°C . materiales se analizaron mediante diversas técnicas de caracterización morfológica, estructural, de composición química y su respuesta magnética.

RESULTADOS

Los CNF muestran respuesta magnética bajo campos de baja intensidad, así como formación y adherencia de partículas magnéticas en su superficie (ver Figura 1). Los resultados de la funcionalización magnética vía física mostraron la concentración volumétrica óptima para un ferrofluido de manera que la cantidad de magnetita absorbida por el CNF sea la máxima posible. Para una concentración volumétrica de 0.15% de CNF se logra una adsorción de 76% de magnetita para un FF a 0.03%, de 58% para un FF a 0.05% y para un FF a 0.5% la adsorción disminuye a 42%. En la funcionalización vía química, la activación de la superficie de las nanoestructuras y el control de la oxidación de las nanopartículas de hierro mejoran el proceso de magnetización.

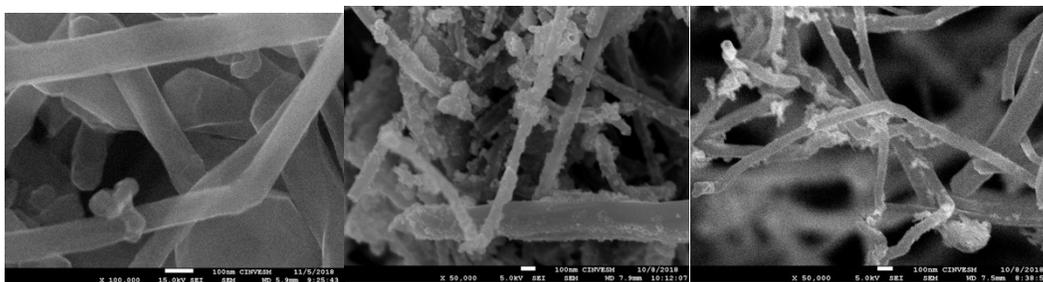


Figura 1. Imágenes SEM de CNF (a) sin funcionalizar y funcionalizadas magnéticamente (b) vía física y (c) vía química, es posible observar la presencia de las nanopartículas en la superficie de las fibras.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron dos técnicas de funcionalización magnética de nanofibras de carbono, vía física con fluidos magnéticos y química por coprecipitación. Se determinó la concentración de fluido magnético para optimizar el proceso de magnetización y lograr una buena respuesta de estos materiales a campos magnéticos de baja intensidad. Las caracterizaciones mostraron que se logró la decoración de la superficie de las CNF y se logró la respuesta magnética. Este tipo de materiales tiene aplicaciones sobresalientes donde el transporte de calor puede ser guiado, como aditivos para disipadores de calor, filamentos y compuestos, entre otras áreas.

Reconocimientos. Este trabajo fue financiado por los proyectos SEP- CONACYT CB-2015 256497 y CONACYT-SENER 254667.

**AVANCES EN EL EMPLEO DE NANOMATERIALES DE CARBONO PARA
TRATAR EL CÁNCER DE MAMA**

Melissa L. Casais-Molina¹, César Cab¹, Jorge A. Tapia¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

RESUMEN

El cáncer de mama es considerado actualmente como un problema de salud en todo el mundo. Las estrategias empleadas para su reducción y control están enfocadas en la prevención, así como en su detección oportuna y tratamiento, debido a que aún no son capaces de detener su propagación y/o recurrencia. Además, los tratamientos no son específicos para las células cancerígenas, por lo que es muy común que se presenten diversos efectos secundarios en tejidos y células sanos. En este sentido, sería deseable aumentar la eficacia de dichos tratamientos y reducir su toxicidad, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La aplicación de la nanotecnología en medicina involucra el empleo de nanopartículas, lo cual ofrece nuevas alternativas para el diseño y síntesis de nanomateriales que pueden utilizarse para la identificación, diagnóstico y tratamiento del cáncer. Además, se ha observado que gracias a los avances en la nanotecnología es posible incrementar la eficiencia de los tratamientos convencionales empleados para el cáncer de mama. Un ejemplo de esto es la liberación de agentes quimioterapéuticos usando nanomateriales. Los nanomateriales de carbono son una tecnología emergente con potenciales aplicaciones en la medicina, de manera particular para la detección, diagnóstico y tratamiento del cáncer de mama.

Los nanomateriales de carbono: fulerenos, nanotubos y grafeno, son de particular interés para la comunidad científica debido a que poseen propiedades fisicoquímicas y biológicas únicas, funcionalización química versátil y biocompatibilidad. Muchas de las propiedades que poseen los nanomateriales de carbono, como el tamaño, forma, estructura superficial y carga, composición química, agregación y/o aglomeración y solubilidad, puede influir en gran medida al interactuar con biomoléculas y células. La evidencia científica reciente ha demostrado que los nanomateriales de carbono generan imágenes excepcionales de sitios tumorales, además de tener un gran potencial para su empleo como agentes terapéuticos, sistemas para la liberación selectiva y controlada de fármacos a las células cancerígenas y agentes de contraste para el diagnóstico y localización de tumores. Esto genera nuevas posibilidades para el desarrollo de sistemas innovadores para tratar el cáncer de mama que puede emplearse para detectar esta enfermedad en etapas mucho más tempranas.

En este trabajo se presenta la tendencia en el número de investigaciones científicas que reportan las diferentes aplicaciones de los nanomateriales de carbono para el diagnóstico y tratamiento del cáncer (especialmente el cáncer de mama). En la Fig. 1, se puede notar que hasta el 2017 se reportan más de 968 publicaciones sobre el tratamiento del cáncer de mama, que representa el 14,4% de todas las publicaciones internacionales sobre el cáncer hasta ese año. El análisis de los resultados obtenidos de la base de datos de Thomson Reuters (Web of Science™) sugiere que los nanomateriales de carbono tienen usos potenciales para la administración y/o liberación selectiva y controlada de fármacos (Fig. 2), agentes de contraste para diagnosticar y localizar tumores de mama y biosensores, y en la terapia fotodinámica.

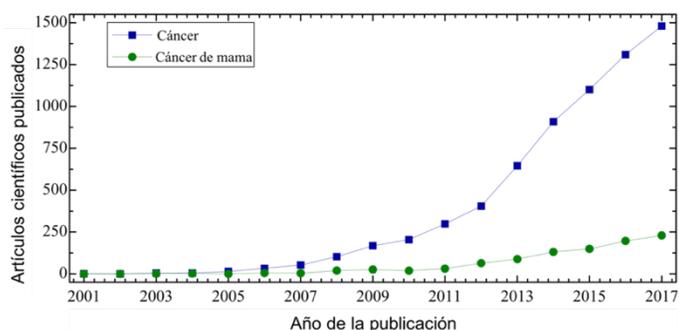


Fig.1. Tendencia anual del número de publicaciones científicas internacionales relacionadas con el uso de nanomateriales de carbono para diferentes aplicaciones para diagnosticar y tratar el cáncer, como el cáncer de mama. Fuente: Cálculos de los autores basados en los datos obtenidos en la base de datos de Thomson Reuters (Web of Science™) del 2001 al 2017.

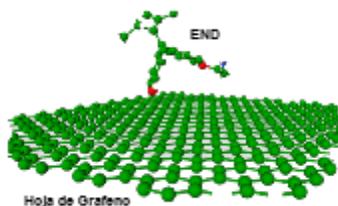


Fig. 2. Representación esquemática de la funcionalización de la lámina de grafeno con el fármaco quimioterapéutico endoxifeno (END).

A pesar de los resultados alentadores para el empleo de nanomateriales de carbono, aún no se dispone de una tecnología que considere a un nanomaterial que cumpla simultáneamente con todas las características deseables para su uso terapéutico en humanos, es decir, que no sea tóxico, que tenga una buena solubilidad, alta especificidad, fácil funcionalización, un sistema de administración dirigido y controlado, entre otros. Actualmente, los estudios sobre las propiedades toxicológicas y aplicaciones biomédicas de los nanomateriales de carbono han ido en aumento, pero aún no son concluyentes para su implementación en humanos. En general, toda esta investigación contribuye a la futura implementación de soluciones asistidas por la nanotecnología para el tratamiento del cáncer de mama, así como para el control de la propagación y recurrencia de este padecimiento, y la reducción de los efectos tóxicos de los tratamientos actuales.

Agradecimientos. A la Facultad de Ingeniería de la UADY (FIUADY) por las facilidades otorgadas en la realización de este trabajo. Asimismo, al CONACYT (México), por su apoyo en los Proyectos FOMIX-170297 y 255571 de CB2015.

Referencias Bibliográficas

[1] Al Faraj et al. (2016). *Mol Imaging Biol.*, 18(3): 315-324.

[2] Zhou et al. (2014). *Biomaterials*, 35(13): 4185-4194.

[3] Casais-Molina et al. (2018). *J Nanomater*, Article ID 2058613.

**USO DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO PARA LA REMOCIÓN DE ESPECIES
CONTAMINANTES EN AGUA DE POZO**

Elizabeth Vázquez Borges¹; Roger Méndez Novelo¹; Liliana San Pedro Cedillo¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
vborges@correo.uady.mx

RESUMEN

Los efectos de los metales que se encuentran en las aguas naturales, potables y residuales sobre la salud humana, pueden ir desde el intervalo de benéficos hasta tóxicos, dependiendo de su concentración, por lo que su cuantificación en cuerpos de agua es importante. Algunos metales son esenciales, otros pueden afectar adversamente a los consumidores de agua, por lo que se deben implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación en cuerpos receptores. Un aparato de purificación hecho de cáscaras de plátano se puede utilizar hasta 11 veces sin perder sus propiedades de unión de metales. Las cáscaras de banano son muy atractivas como purificadores de agua, debido a su bajo costo y porque no tiene que ser químicamente modificados para poder trabajar.

El objetivo de este trabajo fue proponer un tratamiento para la remoción de metales pesados en aguas, para mejorar la calidad del agua que se utiliza en la industria y el hogar.

Metodología. Para preparar las cáscaras de plátano, primero se dejaron secar al sol durante una semana (secado natural). Posteriormente, las cáscaras secas se trituraron y tamizaron en criba fina para obtener un polvo. El agua tratada provino de un pozo somero de 8 m de profundidad, ubicado en una zona industrial. Para el tratamiento, se agregó el polvo de las cáscaras de plátano al agua y se mezcló, posteriormente, esta mezcla se filtró dos veces. Se analizó la concentración (mg/L) de las especies plomo, zinc, níquel y cianuro en la muestra de agua inicial y en cada uno de los efluentes de los procesos de filtración. En la Figura 1 se esquematiza el sistema de tratamiento llevado a cabo.

Resultados. El grado de concentración de los metales pesados se redujo considerablemente, como se muestra en la Tabla 1. Teóricamente la remoción debe ser del 65%, sin embargo, se alcanzó una eficiencia del 88% en plomo, 89% en níquel, y la no detección del zinc y cianuro al final del tratamiento.



Fig. 1. Proceso de limpieza a través del uso de la piel de plátano

Fuente: Vázquez B. & Enseñat M. 2012

Tabla 1. Resultados obtenidos de los experimentos realizados.

Parámetro	Método	Muestra (mg/L)	1ra Filtr (mg/L)	Remoción (%)	2da Filtr (mg/L)	Remoción (%)	LD (mg/L)
Plomo	NMX-AA-051-SCFI-2000	0.0233	0.0109	54 %	0.0029	88%	0.0018
Zinc	NMX-AA-051-SCFI-2000	0.21	0.09	58%	ND	ND	0.04
Níquel	NMX-AA-051-SCFI-2000	0.524	0.131	75%	0.06	93%	0.05
Cianuro	NMX-AA-051-SCFI-2000	0.006	ND	ND	ND	ND	-----

Conclusión. Las remociones de plomo, zinc, níquel y cianuro fueron: 88%, no detectado, 89% y no detectado, respectivamente. Es indispensable investigar qué hacer con los restos de las cáscaras usadas en el tratamiento, ya que, al contener a los metales pesados, deben recibir un tratamiento o disposición final especial. Finalmente, con base en los resultados de este estudio, es posible concluir que las cáscaras de plátano pueden ser la solución a la problemática de la contaminación del agua producida por algunas industrias, y que, además de eficiente, es de muy bajo costo.

Agradecimientos: Se agradece la participación de Rodrigo Enseñat Magaña, Pedro Cauich Uc, David Puerto Tun, estudiantes de la licenciatura en Ingeniería FIUADY.

Referencia. Vázquez B. & Enseñat M. (2012) Eliminación de metales presentes en agua de pozo empleando cáscaras de plátanos. *Residuos*. No. 127, pp. 48-51

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL SENDERO DE ENERGÍA.
UNA PROPUESTA METODOLÓGICA Y ESTUDIO EL CASO DE MEXICO DE 1965
A 2016**

Adrián Livas-García¹, Bassam Ali¹, y Mauricio A. Escalante Soberanis¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
adrian.livas@correo.uady.mx

RESUMEN

La relación entre la energía primaria y el desarrollo económico tiende a ser positiva; sin embargo, es una relación compleja para países con disponibilidad a los recursos energéticos primarios. Para el desarrollo de la investigación 1) utilizamos el método del **Sendero de Energía** para examinar esta relación, 2) introducimos una taxonomía de sus posibles comportamientos como elemento de análisis, y 3) propusimos una metodológica híbrida (cuantitativa y cualitativa) que permita examinar el contexto histórico y predecir el **Sendero de Energía**.

Aplicamos nuestra metodología al caso de México, un país con disponibilidad a recursos energéticos primarios, que ha tenido períodos tanto de uso intensivo de energía como de productividad energética, así como cambios en su modelo de desarrollo (modelos de sustitución de importaciones y de exportación). Además, el gobierno elegido en 2018 hace hincapié en un programa de lucha contra la pobreza y por una mayor equidad.

El estudio se llevó a cabo construyendo el **Sendero de Energía** para un periodo de tiempo de 52 años y se exploraron las perturbaciones que puede tener a partir de 2018. Nuestros resultados son los siguientes: en primer lugar, la taxonomía del **Sendero de Energía** tiene nueve posibilidades de comportamiento, incluidas las tres fases ideales relacionadas con el desarrollo de un país; en segundo lugar, encontramos que el **Sendero de Energía** mexicano responde a cambios estructurales: el principal se produce cuando el gobierno cambia su política de priorizar el mercado interno a enfatizar los mercados internacionales, desencadenando los procesos de liberalización de la industria energética.

Concluimos que para los años siguientes al 2018, el **Sendero de Energía** de México será perturbado, el objetivo principal para la actual administración será evitar comportamientos no deseados. La clave es mejorar las relaciones y equilibrar los

intereses del gobierno con su modelo de desarrollo actual, con el sector privado y los acuerdos internacionales, así como el papel que tomarán sus entidades reguladoras para gestionar políticas públicas flexibles, así como adoptar las mejores prácticas internacionales.

Para continuar con la secuencia de las contribuciones a la teoría sobre las relaciones entre energía y desarrollo, se necesitan más estudios bajo un marco analítico sistemático, aplicado tanto a otros países como a estudios comparativos entre diversos países, incluyendo países que conforman los diversos bloques comerciales en el plano internacional.

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DEL CONCEPTO VARIABLE ALEATORIA EN ALUMNOS DE INGENIERÍA

José Luis Poveda-Macías, Caridad Vales-Pinzón, Jannette Contreras-Rivero
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
jose.poveda@correo.uady.mx

RESUMEN

El concepto de "variable aleatoria" es de suma importancia en la enseñanza de la estadística, aunque resulta difícil de comprender para el estudiante, ya que generalmente se enseña sin contexto y de manera formal. En el siguiente trabajo, se presenta el impacto de una estrategia de enseñanza cuyo objetivo es lograr que el estudiante comprenda el concepto de variable aleatoria usando dados.

INTRODUCCIÓN

La asignatura de Probabilidad y Estadística es una materia de ciencias básicas de gran utilidad en estudios de cualquier licenciatura, ya que permite al estudiante, en su investigación, analizar y reportar información recopilada por el mismo. La variable aleatoria adquiere una importancia fundamental en estos casos. Definirla de manera incorrecta implica que el tratamiento de los datos se realizará de manera errónea o diferente a la esperada. Por ejemplo, si se define el experimento "lanzar cinco veces una moneda", se pueden generar múltiples variables aleatorias que surjan de él; sin embargo, cada una arrojará diferentes resultados con probabilidades distintas. Tenemos el caso "obtener el número de águilas", donde los valores numéricos enteros son $[0, 5]$; mientras que si se pide "obtener si existen alternancias águila-sol", el resultado es {sí, no}. En un contexto aplicado, la definición influye en el resultado final.

METODOLOGÍA

La actividad introducida consiste en el lanzamiento de dos dados, en donde uno está encerrado por el otro. Se comienza explicando que cada dado tiene una probabilidad determinada de obtener cierto número, y debido a que no es posible definir el valor que se obtendrá exactamente después de un lanzamiento. De ahí, se obtienen dos variables aleatorias, relacionadas con los dados. En este caso, la suma de las dos variables aleatorias X, Y ; genera una nueva variable aleatoria $X + Y$. Por lo tanto, el mismo experimento permite obtener diferentes resultados dependiendo de la situación específica. De ahí, se desglosa la matriz de resultados de $X + Y$ con todos los posibles resultados. Al contar los casos favorables para cada resultado existente, se obtienen la función y gráfica de probabilidad teórica de esta variable aleatoria (Figura 1). Una vez presentada la porción teórica, se les explica que, si se hicieran 200 lanzamientos

de los dados y en 12 se obtuvo el resultado 2, la probabilidad práctica es 12/200 para ese

valor. Al final del experimento se deben obtener los resultados teóricos y prácticos para poder comparar las probabilidades en ambos. En el aula se pueden proponer tantas combinaciones que contengan a ambas variables simples. En este caso, se usaron las variables aleatorias $X - Y$, Y/X . Al terminar, los estudiantes entregan un reporte de la práctica realizada donde discuten los resultados y presentan sus conclusiones.

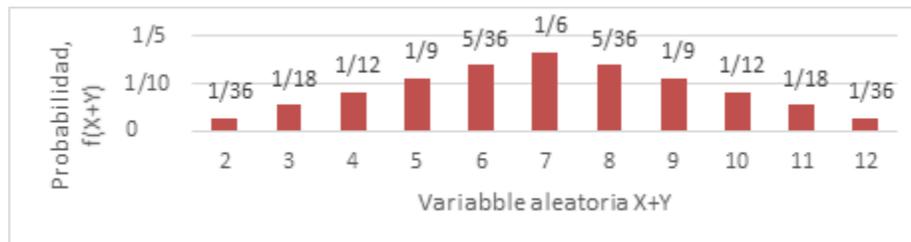


Figura 1: Gráfica de la función de densidad de probabilidad para la variable aleatoria $X + Y$

RESULTADOS

Este experimento se ha realizado durante cinco años, con resultados positivos. Los estudiantes han externado diversas opiniones sobre el experimento, resaltando:

- El experimento es una actividad bienvenida al ser un proceso activo en donde los estudiantes se involucran para obtener los resultados solicitados.
- Algunos estudiantes externaron la preocupación de que realizar una cantidad grande de lanzamientos volviera tedioso el experimento, sin embargo, en sus conclusiones encontraron que esto era necesario para apreciar las similitudes.
- Muchos de los estudiantes expresaron curiosidad en los dados, distintos a los dados regulares lo que motiva el interés en la práctica.
- El experimento les permitió comprender la importancia de las variables aleatorias al aplicar lo visto en el experimento en una situación real.
- Algunos de los estudiantes concluyeron que es posible que el dado doble influyera de alguna forma en los resultados obtenidos. Esto demuestra que los estudiantes pueden razonar de manera profunda y contextualizada.
- En algunos casos, los estudiantes han tenido problemas para entregar las tablas y gráficas solicitadas. Como este punto es relevante, se debe examinar con mayor detalle la posible fuente del problema.

CONCLUSIONES

A través de una estrategia de enseñanza dinámica y con materiales concretos, se logra un nuevo enfoque para introducir a los estudiantes de ingeniería a la terminología del tema. Es posible extender este ejercicio para realizar otros cálculos, como la media o varianza. Así como dirigirlo a otras áreas del conocimiento. Esta actividad también permite evaluar habilidades colaborativas, ya que para realizarlo es indispensable la asignación de tareas y el análisis que cada alumno proporciona.

**USO DE APLICACIONES EN LA EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS,
ESTUDIO DE CASO.**

Norma Alicia Benois Muñoz¹, Carlos E. Zetina Moguel¹
Jorge Fernando Rodríguez Kú¹, Roger Méndez Novelo¹.
¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
Norma.benois@correo.uady.mx

RESUMEN

El uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) en educación ha ido en aumento en los años recientes y cada vez son más importantes en diversas áreas de la ingeniería. En el marco de la educación por competencias, el uso de las TIC's representa un área de oportunidad para docentes y estudiantes, ya que puede facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una estrategia que empieza a cobrar fuerza es el aprendizaje mediado por la tecnología (Sampson y Zervas, 2013). Con esta estrategia, se fomenta el uso y la creación colaborativa de aplicaciones y otras herramientas con la guía y acompañamiento del profesor, permitiendo el uso significativo del conocimiento para los estudiantes (Marzano y Pickering, 2005). Por tanto, es valioso documentar y aportar experiencias de su implementación, para obtener resultados más eficientes en el proceso de enseñanza y aprendizaje basado en competencias.

El objetivo de este trabajo es presentar algunos avances en la creación de aplicaciones para el cálculo de probabilidades desarrolladas durante un curso de verano de 2017. El método consistió en la explicación de los principios de probabilidad, investigación como estrategia de aprendizaje colaborativo y elaboración de las aplicaciones en la que cada grupo de estudiantes eligió libremente el lenguaje de programación.

El resultado obtenido fue el Desarrollo de aplicaciones elaboradas en Java y C++ que permiten calcular combinaciones, permutaciones, problemas de probabilidad condicional, probabilidades de eventos independientes, así como problemas relacionados al teorema de Bayes. En la Figura 1 se presentan los diferentes menús de las aplicaciones.

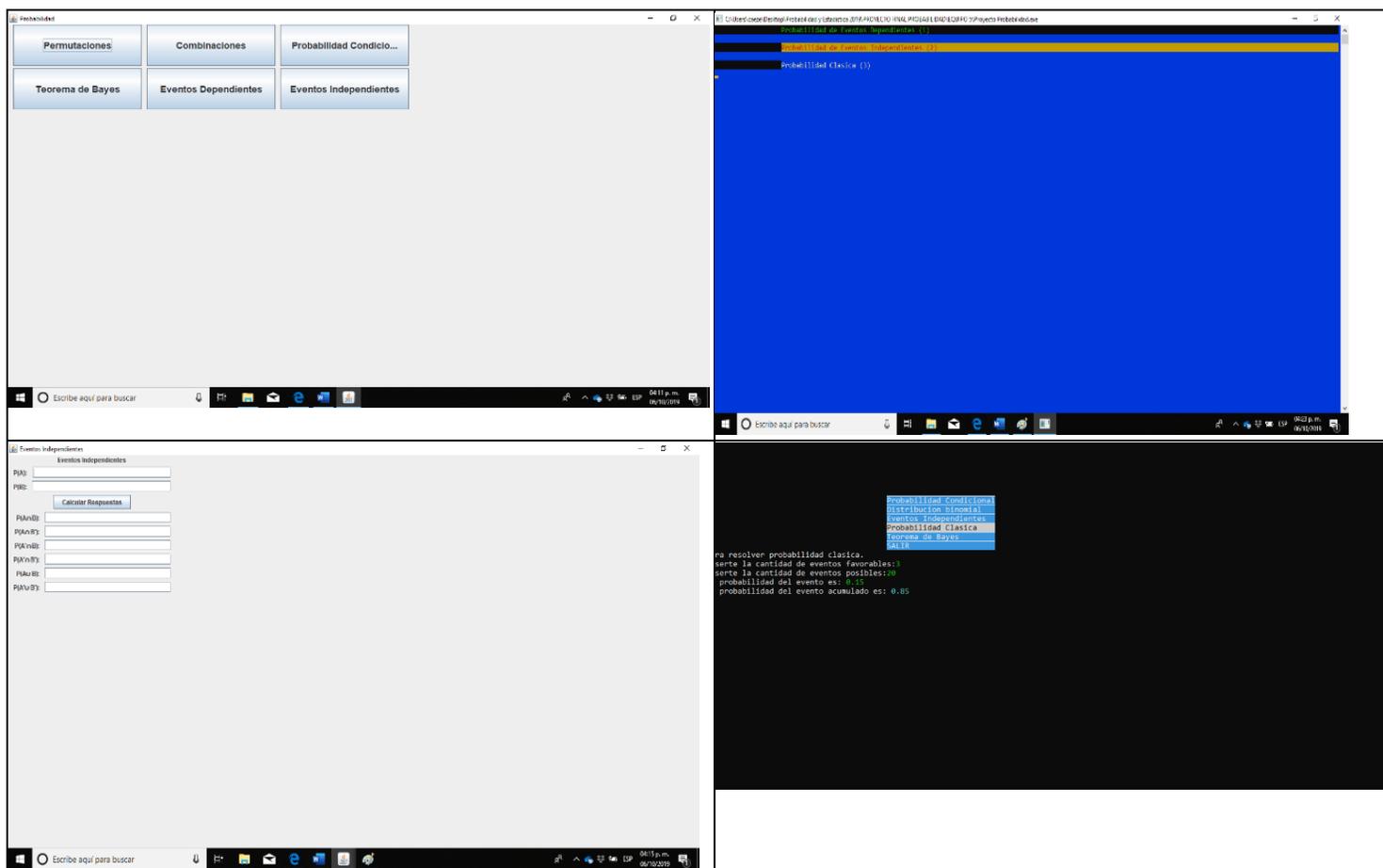


Figura 1.- Pantallas de las aplicaciones en Java (cuadros del lado izquierdo), se presentan el menú principal (arriba) y el menú de Bayes (abajo); del lado derecho un menú principal de C++ (arriba) y el menú y cálculo de probabilidad clásica (abajo).

La experiencia permite abordar algunos lineamientos como son la conveniencia de usar software libre y privilegiar la construcción mediante el aprendizaje colaborativo y de mejora continua de las aplicaciones elaboradas en las aulas.

Referencias

- Marzano, R. y Pickering, D. (2005). Dimensiones del aprendizaje. Manual del maestro. 2a. ed. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO): México.
- Sampson, D.G. y Zervas, P. (2013). Context-aware adaptative and personalized Mobile Learning Systems. En Sampson, D.G, Isaias, P., Ifenthaler, D. y Spector, M. (Eds.). Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age (pp. 3-17). New York: Springer

ANÁLISIS DEL TEMPERAMENTO COMO FACTOR DE APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Jannette Contreras Rivero, Caridad Vales Pinzón,
Rubí López Sánchez, Elizabeth Vázquez Borges

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
jannette.contreras@correo.uady.mx

RESUMEN

Al abordar el tema del proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior, se observa que los estudiantes poseen diferentes maneras de percibir y asimilar los contenidos temáticos, así como los profesores tienen también diferentes formas de aplicar la metodología instruccional y las evaluaciones, por tal motivo un factor de peso al adquirir los conocimientos de tipo académico, son los distintos temperamentos que los estudiantes tienen y que inciden en los estilos de aprendizaje mediante los cuales procesan la información. De todo lo anterior se deriva la importancia de determinar si existe relación entre los tipos de temperamentos y los perfiles de cada carrera para establecer estrategias de enseñanza-aprendizaje que tomen en cuenta las diferencias existentes para los cuatro planes de estudios de licenciatura de la FIUADY.

OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo determinar si existe relación entre el tipo de temperamento de los estudiantes del primer semestre de la FIUADY y la carrera elegida.

METODOLOGIA

La muestra estuvo compuesta de 143 estudiantes de los cuatro PE de la FIUADY, pertenecientes al primer semestre del periodo agosto-diciembre de 2016. Se hace uso de estadística descriptiva por medio del paquete SPSS; para la identificación de los tipos de temperamento y recolección de los datos se aplicó la versión escolarizada del indicador tipológico de Myers Briggs (MBTI) el cual corresponde a la prueba de temperamentos de Keirsey.

RESULTADOS

Se pueden identificar cuatro tipos de temperamentos que se relacionan con los estilos de enseñanza-aprendizaje, el indicador tipológico de Myers Briggs (MBTI) es de utilidad para conocer los tipos de temperamento y verificar si existe alguna relación entre estos y el área profesional elegida por los estudiantes. Para tal efecto se aplicó un cuestionario que es el instrumento que corresponde a la versión escolarizada del MBTI llamada Keirsey temperament Sorter (KTS II). Obteniéndose los resultados que se presentan en la Figura 1, los cuales permiten identificar la preponderancia del temperamento *Guardián* y *Racional* entre los estudiantes de ingeniería, siendo esto relativo a la fuerte ética del trabajo, pertenencia, entendimiento y control.

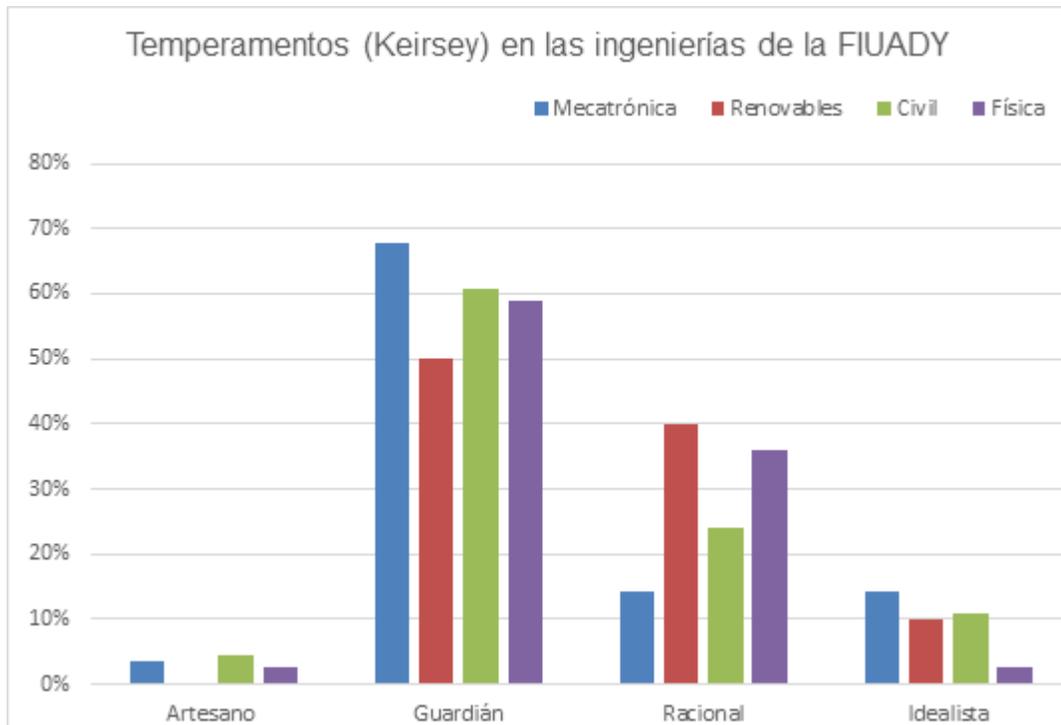


Figura 1. Tipos de temperamento de acuerdo a los cuatro PE de FIUADY.

CONCLUSIONES

Puede observarse que existen marcadas diferencias entre los cuatro tipos de temperamentos que se describen en el test de Keirsey (artesano, guardián, racional e idealista) y los cuatro programas de las licenciaturas de la FIUADY; el porcentaje de estudiantes con temperamento tipo guardián (sensación - juicio) predomina en las cuatro licenciaturas, mientras que los estudiantes con el temperamento tipo artesano (sensación-percepción) se encuentran en un porcentaje disminuido respecto a los cuatro PE. Esta información permite orientar al estudiante hacia una educación y formación en áreas que le permitan mayor desarrollo, ya sea industria, investigación, entre otras. Asimismo, conocer su enfoque ante la toma de decisiones, y que tanto debe basarse de su intuición, juicio, percepción y lógica.

INFLUENCIA DE LA LECTURA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Elizabeth Vázquez Borges¹; Shirlei E. Gazca Vázquez²; Roger Méndez Novelo¹; Liliana San Pedro Cedillo¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

vborges@correo.uady.mx

²Psicóloga

RESUMEN

La lectura y comprensión de textos en la universidad, es de las exigencias más habituales para los alumnos, sin embargo, por múltiples causas, existe una evidente deficiencia por parte de los alumnos en relación a la lectura, no únicamente respecto a los textos demandados por la institución, sino también, es posible, que la falta de habitualidad con la lectura libre, como pasatiempo, provoque en los alumnos otras insuficiencias en la comprensión de los temas abordados en las diferentes asignaturas, así como en las competencias de estudio y aprendizaje significativo.

El objetivo de este estudio fue encontrar si los jóvenes leen por voluntad propia sin que sea una tarea impuesta por el docente, cuáles son sus preferencias lectoras y, a largo plazo, saber si esto puede estar asociado con el alto o bajo rendimiento académico durante su carrera.

Metodología. Se planteó una investigación cualitativa descriptiva realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán con los alumnos del primer semestre. Se les administró una encuesta de 17 preguntas, basada en la utilizada en el artículo "La lectura de los jóvenes universitarios y su efecto en su rendimiento académico" de la Universidad de Chihuahua (Polanco et al, 2015). Los resultados de la encuesta fueron procesados en el programa Statistical Package for the Social Science (SPSS). Posteriormente se realizó un análisis y reflexión de bibliografía relacionada con el tema. El universo estuvo conformado por sesenta alumnos.

Resultados. De los datos obtenidos en las respuestas de la encuesta, se realizó un estudio de regresión lineal obteniéndose las significancias mostradas en la Tabla 1, según los parámetros analizados. El modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Promedio} = & 95.4073 - 2.86388 * \text{Frecuencia} - 4.80042 * \text{Comprensión 1} \\ & + 1.59684 * \text{Estudios madre} - 7.07617 * \text{Computadora} + 2.04808 * \text{Libros año} \\ & - 4.84783 * \text{Pasatiempo mes} + 3.21084 * \text{Variación} \end{aligned}$$

Del análisis de varianza realizado se obtuvo un valor-P menor que 0.05, por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 1. Factores significativos del modelo de regresión lineal

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	95.4073	7.83741	12.1733	0.0000
Frecuencia	-2.86388	1.11942	-2.55836	0.0135
Comprensión 1	-4.80042	1.78639	-2.68722	0.0097
Estudios madre	1.59684	0.7118	2.24338	0.0292
Computadora	-7.07617	2.90661	-2.43451	0.0184
Libros año	2.04808	0.983128	2.08323	0.0422
Pasatiempo mes	-4.84783	1.37771	-3.51876	0.0009
Variación	3.21084	1.24257	2.58403	0.0126

Las variables analizadas en este modelo explican el 30% del promedio obtenido en la preparatoria de los alumnos encuestados, este resultado es estadísticamente significativo. La frecuencia de lectura es importante ya que mientras más frecuentemente lee, aun cuando los libros no guarden relación directa con un tema estudiado, se incrementa la relación con las calificaciones obtenidas. La variable comprensión de lectura explica que mientras más pronto comprende lo que lee, este factor favorece la comprensión del material para sus actividades académicas. Respecto al grado de estudios de la madre el resultado es positivo: esto quiere decir que mientras más alto sea el nivel de estudios de la madre mejor aprenden. Respecto a la computadora la pregunta fue si tienen o no una computadora propia: la variable resultante fue positiva, esto significa que sí influye para mejorar el promedio en el bachillerato. El análisis de la variable “¿Cuántos libros han leído el último año?” es positiva, esto significa que mientras más libros leen se incrementa el promedio. Para analizar la lectura como pasatiempo (al mes), en diferentes escalas, el análisis de regresión resultó negativo: esto significa que solamente leen como pasatiempo y la lectura de estos materiales no está relacionada con el material útil en las tareas y actividades desarrolladas en el curso escolar, esto se refleja en un resultado negativo en el modelo. La variación en el modelo de regresión se refiere a la diferencia de leer más o menos que hace dos años: esto quiere decir que si durante los dos primeros cursos del bachillerato el alumno incrementó los hábitos de lectura esto favorece a la obtención de mejores calificaciones y por lo tanto de mayor promedio final.

Conclusiones. El modelo ajustado es concordante con cada una de las variables significativas y todas ellas en su conjunto indican que el hábito de lectura tiene un efecto positivo en el desempeño escolar. Es indispensable favorecer las condiciones e implementar medidas y estrategias para que los hábitos de lectura de los estudiantes mejoren y se fomente cada vez más, toda vez que está más que demostrado que a medida que más leen las habilidades de comprensión, escritura, oratoria, etc. se favorecen y por lo tanto el mejoramiento en el proceso de aprendizaje.

Referencia: Polanco Rodríguez, I., Serna Jasso J., Ortega Juárez E.A. (2015). La lectura de los jóvenes universitarios y su efecto en su rendimiento académico. Caso de Estudio.

Memorias en extenso XVIII Congreso APCAM. Recuperado de:

[tp://www.fca.uach.mx/apcam/2016/02/02/memorias_en_extenso_XVIII_congreso_apcam_uach/](http://www.fca.uach.mx/apcam/2016/02/02/memorias_en_extenso_XVIII_congreso_apcam_uach/)

MODIFICACIÓN RÁPIDA ASISTIDA POR MICROONDAS DE ZEOLITA W PARA LA REMOCIÓN DEL ARSÉNICO(V) EN SOLUCIÓN ACUOSA

Youness Abdellaoui¹, Prócoro Gamero-Melo², y Germán Giácoman-Vallejos¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
a17014890@alumnos.uady.mx

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-CINVESTAV Unidad Saltillo, Química, México. Procoro.gamero@cinvestav.edu.mx

RESUMEN

La necesidad de materiales eficientes, de bajo costo y amigables con el medio ambiente como lo son los adsorbentes de especies contaminantes es muy grande, particularmente para los procesos de tratamiento de aguas. Para la preparación de adsorbentes efectivos, potencialmente aplicables a nivel industrial, se requiere de métodos económicos, sencillos y fáciles de escalar a nivel industrial. En este contexto, el presente trabajo reporta en la síntesis de la zeolita potásica (Zeolita-W) usando una fuente de silicio y aluminio que no tiene valor comercial (ceniza volante) y que se produce en grandes cantidades en México. Adicionalmente, se modificó la naturaleza química de la superficie de la zeolita-W mediante un proceso asistido por microondas incrementando considerablemente su capacidad de adsorción de especies aniónicas presentes en agua. Los materiales modificados y sin modificar fueron caracterizados por los siguientes métodos fisicoquímicos: MEB-EDS, DRX, IR, ICP y BET. Como parte de resultados, se logró la obtención de la zeolita W (fase cristalina única) con rendimiento del 100% con respecto a la CFA. La modificación de la zeolita con hierro y circonio fue rápida y eficiente, en el cual, el equilibrio de intercambio se alcanzó después de 1 min a 150 ° C con un contenido de hierro (6.9-7.14% en peso) mayor que el circonio (4.56-5.09% en peso). La zeolita funcionalizada se ha aplicado para eliminar iones de arsénico(V) de la solución acuosa que contenía 750 ppb. La adsorción de especies de As(V) se favoreció tanto en la zeolita modificada con hierro (Fe^{3+}) y como en la modificada con circonio (Zr^{4+}). Sin embargo, la adsorción de As(V) fue más efectiva en la zeolita FeZr-ZW, reduciendo el contenido de As(V) a menos de 10 ppb.

**HUMEDALES CONSTRUIDOS A ESCALA PARA LA REMOCIÓN DE
ANTIBIÓTICOS VETERINARIOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA**

Karina León-Aguirre¹, Avel González-Sánchez¹, Emanuel Hernández-Núñez², Roger Méndez-Novelo¹, Germán Giacomán-Vallejos¹

1 Laboratorio de Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Av. Industrias No Contaminantes por Anillo Periférico Norte, Mérida, Yucatán, Apdo. Postal 150, México.

2 CINVESTAV-Unidad Mérida, Carretera Antigua a Progreso km. 6, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, México.

RESUMEN

Yucatán cuenta con más de 470 granjas porcícolas, donde se utilizan antibióticos como promotores de crecimiento y para propósitos profilácticos y terapéuticos (Huang *et al.*, 2013). La ganadería porcícola en Yucatán también presenta una alta generación de aguas residuales conteniendo los residuos de antibióticos, los cuales, no cuentan con regulación ambiental y existe información limitada sobre sus efectos en el ambiente y en la salud humana (Li *et al.*, 2014). Los antibióticos veterinarios, representan una amenaza ambiental por el riesgo de contaminación del acuífero.

La mayoría de los sistemas de tratamiento instalados en las granjas porcícolas no son diseñados para la remoción de fármacos, un sistema adicional necesita ser implementado. Los humedales construidos se han convertido en una alternativa de tratamiento debido a su alta eficiencia de remoción de contaminantes y su bajo costo de instalación y mantenimiento (Romero *et al.*, 2009). Son sistemas que emulan los procesos naturales de sedimentación, en donde los contaminantes son removidos a través de mecanismos como filtración, adsorción, degradación biológica y fitorremediación (Ciria *et al.*, 2005).

El objetivo de este trabajo fue evaluar un sistema experimental de humedales construidos de configuración horizontal y flujo subsuperficial a pequeña escala para la remoción de tres antibióticos (enrofloxacina, oxitetraciclina y sulfametoxazol) utilizados en la crianza de cerdos en Yucatán, México, empleando materiales de soporte y plantas disponibles en la región.

Metodología

Se diseñó un sistema a pequeña escala que consiste en 9 unidades de polipropileno de alta densidad con dimensiones de 37x27x20 cm. Se utilizaron dos tipos de plantas, *Typha latifolia* y *Cyperus papyrus* y un control sin plantas. Como soporte sólido, roca caliza sedimentaria, en tres tamaños de partícula: arenas de 1.19 mm (A), gravas de 4.76 mm (B) y la mezcla de ambas al 50% (C).

Se manejaron cuatro tiempos de permanencia en el humedal de 24, 48, 72 y 96 h, en el cual se evaluaron las concentraciones iniciales y finales de una mezcla de antibióticos (oxitetraciclina 2 ppm, sulfametoxazol 2 ppm, enrofloxacina 0.2 ppm) utilizando espectrofotometría de fluorescencia para el análisis de las muestras. Las pruebas fueron realizadas en un equipo Lumina Fluorescence Spectrometer marca Thermo Scientific que se encuentra en el Laboratorio de nano y biomateriales del CINVESTAV, Unidad Mérida.

Resultados

Después de analizar la concentración de los antibióticos en el tiempo 0 h, se comparó con la concentración final después de transcurrido el tiempo de permanencia para cada uno de los experimentos aleatorios, los porcentajes de remoción de los fármacos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentajes de remoción para cada uno de los fármacos en los humedales construidos (se consideran los experimentos con mejores resultados)

Fármaco	Tiempo de permanencia			
	24 h	48 h	72 h	96 h
Oxitetraciclina	Papiro mezcla 85%	Papiro mezcla 89%	Papiro arena 88%	Papiro arena 97%
Sulfametoxazol	Tifa arena 47%	Tifa arena 58%	Tifa mezcla 65%	Tifa mezcla 75%
Enrofloxacina	Tifa arena 85%	Tifa arena 86%	Tifa arena 88%	Tifa arena 90%

Conclusiones

Se observó que ocurre una mayor remoción en las unidades que contienen arena o mezcla como soporte sólido, dicha remoción se incrementa con el tiempo de permanencia. Lo mismo ocurre en las unidades que tienen planta, para el caso de enrofloxacina y sulfametoxazol con la tifa, mientras que, para la oxitetraciclina con el papiro, se sugiere realizar pruebas utilizando ambas plantas en el mismo humedal.

Referencias

- Ciria, M.P., Solano M.I., Soriano, P. 2005. Role of macrophyte *Typha latifolia* in a constructed wetland for wastewater treatment and assessment of its potential as a biomass fuel. *Biosystems Engineering* **92**(4) 535-544.
- Huang, X., Liu, C., Li, K., Liu, F., Liao, D., Liu, L., Zhu, G., Liao, J. 2013. Occurrence and distribution of veterinary antibiotics and tetracycline resistance genes in farmland soils around swine feedlots in Fujian Province, China. *Environmental Science and Pollution Research* **20**(12), 9066-9074.
- Li, Y., Zhu, G., Ng, W. J., & Tan, S. K. (2014). A review on removing pharmaceutical contaminants from wastewater by constructed wetlands: Design, performance and mechanism. *Science of the Total Environment*, 468-469, 908-93
- Romero, M., Colin, A., Sanchez, E., & Ortiz, L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25, 157–167.

PUBLICACIONES



ARTÍCULOS

Giácoman-Vallejos Germán, Lizárraga Castro Irma, *Ponce Caballero Carmen*, González Sánchez Avel, Hernández Núñez Emanuel (2018). Presence of ddt and lindane in a karstic groundwater aquifer in Yucatan, Mexico. *Groundwater Monitoring and Remediation*. Volumen 38, numero 2. doi: 10.1111/gwmmr.12267, 1-11.

Virgilio R. Góngora-Echeverría, Carlos Quintal-Franco, María Leticia Arena-Ortiz, Germán Giácoman-Vallejos, Carmen Ponce-Caballero (2018). Identification of microbial species present in a pesticide dissipation process in biobed systems using typical substrates from southeastern Mexico as a biomixture at a laboratory scale. *Science of The Total Environment*, Volumes 628–629, 1 July 2018, Pages 528–538. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.082>.

Chan G.E., Wall D.M., O'Shea R., Méndez N.R., Moreno G.M., Murphy J.D., (2018), "An economic and carbon analysis of biomethane production from food waste to be used as a transport fuel in Mexico", *Journal of Cleaner Production*, 196 (2018) 852e862.

Zetina M.C.E., Vázquez M.J., Ordoñez L.E.E., Sánchez P.I.A., Méndez N.R.I., González H.R.A., (2018), "Caracterización del agua destilada obtenida durante el uso de aires acondicionados", *Revista Ingeniería*, Vol. 22, No. 1, 1-8.

Zetina, Sánchez, González, Osorio, Barceló y Méndez. 2018. Modelación estocástica del nivel freático en pozos de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*. Vol. 22 Núm. 2 (2018): Número 2. México. ISSN: 2448-8364

Laura Quiñones R., Julia G. Pacheco A., Eduardo Batllori S., Carlos E. Zetina M., Santos A. Cabrera S. 2018. Delimitación de una unidad de reserva hidrológica en el karst del estado de Yucatán considerando los servicios ambientales. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán* 22 Núm. 2 (2018): Número 2. México. ISSN: 2448-8364.

J. Varela-Rivera, L. Fernández-Baqueiro, R. Alcocer-Canche, J. Ricalde-Jiménez y R. Chim May (2018). "Shear and flexural behavior of autoclaved aerated concrete confined masonry walls". *ACI Structural Journal*, 115(2): 1453-1461. ISSN 0889-3241. <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&ID=51706828>

Tapia, A., Cab, C., Casais-Molina, M.L., Medina, J., Cu, T. and Canto G. (2018). Charge transference and conformational stress influence on the electronic properties of zigzag carbon nanowires. *Journal of Nanoparticle Research*, ISSN:1388-0764. (Accepted)

Casais-Molina, M.L., Cab, C., Canto, G., Medina, J. and Tapia A. (2018). Carbon nanomaterials for breast cancer treatment. *Journal of Nanomaterials*, Article ID 2058613, 9 pages, ISSN: 1687-4129. DOI: 10.1155/2018/2058613

Duarte-Coello, M.E., Herrera-Valencia, V.A., Echevarría-Machado, I., Casais-Molina, M.L. and Peraza-Echeverría, S. (2018). Molecular cloning and functional characterization of two glycerol-3-phosphate acyltransferases from green microalga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Phycological Research*, ISSN: 1440-1835. DOI: 10.1111/pre.12350

Cruz Jiménez, B., Montañez Rufino, M., Contreras Rivero, J., Peón Escalante, R. (2018) Automation proposal for a production factory. *International journal of engineering sciences and research technology*. 7(12) pp.217-221 ISSN: 2277

J. Medina, C. Acosta, M. Flota-Bañuelos, R. Peón-Escalante (2018). Application of the Verlet method for the simulation of a gravitational system of n bodies, *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Volume 34, Issue 1, 2018, DOI: 10.23967/j.rimni.2017.6.002

- C. Vales-Pinzón, D. González-Medina, J. Tapia, M.A. Zambrano-Arjona, J.A. Méndez-Gamboa, R.A. Medina Esquivel. Thermal Diffusivity of Compounds Loaded with Carbon Nanofibers. *International Journal of Thermophysics* 39 (89), 2018. ISSN: 0195-928X, DOI 10.1007/s10765-018-2403-2
- M. Ortiz-Salazar, N. W. Pech-May, C. Vales-Pinzón, R. Medina-Esquivel, J. J. Alvarado-G. Magnetic field induced tunability on the thermal conductivity of ferrofluids loaded with Carbon nanofibers. *Journal of Physics D: Applied Physics* 51 (7), 2018. ISSN: 0022-3727 DOI 10.1088/1361-6463/aaa5cb
- S. O. Álvarez-Romero, J. A. González-Fajardo, J. N. Zaragoza-Grifé, S. A. Audeves-Pérez (2018). "The Effectiveness of Different Methodologies in Gathering Information for Developing BIM Models to Support the Operation and Maintenance of Existing Buildings". *Journal of Building Construction and Planning Research*, 2018, 6, 298-316. ISSN Online: 2328-4897; ISSN Print: 2328-4889
- S.O. Álvarez-Romero, J.A. González-Fajardo, J.N. Zaragoza-Grifé, S.A. Audeves-Pérez (2018). "The effectiveness of different methodologies in developing BIM models for operation and maintenance of existing buildings". *Journal of Building Construction and Planning Research*, ISSN Print: 2328-4889, ISSN Online: 2328-4897, Website: <https://www.scirp.org/journal/jbcpr/>
- González-Fajardo, J.A., Solís-Carcaño, R.G., Be-García, J.A. (2018). "ERM in Construction Companies in the Mexican Southeast". *International Journal of Construction Engineering and Management*. ISSN 2326-1102, 7(4) pp. 153-161. doi:10.5923/j.ijcem.20180704.03
- Solís-Carcaño, R., Cabrera-Pérez, A., Zaragoza-Grifé, J., González-Fajardo, J.A. (2018). "Construction Firms' Intellectual Capital in Southeast Mexico". *Journal of Economics, Management and Trade*. ISSN 2456-9216, Vol. 21, No. 1, pp. 1-11. DOI: 10.9734/JEMT/2018/39556
- Solís-Carcaño, R. G., Utsuki & Vera I. (2018). Estudio de caso: accesibilidad en viviendas construidas para personas con discapacidad, *Ingeniería Revista Académica FIUADY*, 22 (1), 35-48.
- Romel G. Solís-Carcaño, Ana C. Cabrera-Pérez, J. Nicolás Zaragoza-Grifé, José Antonio González-Fajardo, Construction Firm's Intellectual Capital in Southeast Mexico, *Journal of Economics, Management and Trade*, 21(1) (2018), 1-11
- S.E. Diaz-Mendez, A.A. Torres-Rodríguez, M. Abatal, M.A. Escalante Soberanis, et al. "Economic, environmental and health co-benefits of the use of advanced control strategies for lighting in buildings of Mexico. *Energy Policy*, vol. 113, pp. 401-409, 2018
- Francisco Anguebes-Franceschi, Mohamed Abatal, Ali Bassam, M.A. Escalante Soberanis, et al. "Esterification Optimization of Crude African Palm Olein Using Response Surface Methodology and Heterogeneous Acid Catalysis," *Energies*, vol. 11, no. 157, pp. 1-15, 2018.
- María Guadalupe Reveles Miranda, Diego Fernando Sánchez-Flores, José Ricardo Cruz-Chan, Eduardo Ernesto Ordoñez-López, Manuel Israel Flota-Bañuelos, Daniella Esperanza Pacheco Catalán, "The control scheme of the multifunction inverter for power factor improvement", *Energies* 2018, vol. 11, No. 7. doi:10.3390/en11071662.
- B. Laarabi, O. May Tzuc, D. Dahlioui, A. Bassam, M. Flota-Bañuelos, A. Barhdadi, Artificial Neural Network modeling and sensitivity analysis for soiling effects on photovoltaic panels in Morocco, *Superlattices and Microstructures* (2018), DOI: 10.1016/j.spmi.2017.12.037.
- Nadal A., Cerón-Palma I, Gómez C., Pérez-Sánchez M., Rodríguez Labajos B., Cuerva E., Josag A., Rieradevallai J. (2018). Social perception of urban agriculture in Latin-America. A case study in Mexican social housing. *Land Use Policy*, ELSEVIER, UK.
- Bojórquez I, Pérez M. M., Flores F., Bojórquez G. (2003). "Resistencia a la compresión de compuestos a base de desperdicios de origen orgánico". *Revista Ingeniería de Construcción*. Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad de Chile. Vol. 18. No. 2. Chile.

- J. Xaman, Rasikh Tariq, Sheikh, A. Bassam; (2018); "Analysis of Maisotsenko humid air bottoming cycle employing mixed flow air saturator"; Heat and Mass transfer. ISSN: 1432-1181
- Luis López-Manrique, E. Macias-Melo, O. May Tzuc, A. Bassam, K. Aguilar-Castro, I. Hernández-Pérez; (2018); "Assessment of Resource and Forecasting Modeling of Wind Speed through An Evolutionary Programming Approach for the North of Tehuantepec Isthmus (Cuauhtemotzin, Mexico)"; Energies. ISSN: 1996-1073.
- A. Bassam, Rasikh Tariq, Nadeem Sheikh, Jesús Xamán; (2018); "An innovative air saturator for humidification-dehumidification desalination application"; Applied Energy. ISSN: 0306-2619.
- Ismail Benabdallah, Mourad Boujnah, Abdallah El Kenz, Abdelilah Benyoussef, Mohamed Abatal, Ali Bassam; (2018); "Lead-free perovskite based bismuth for solar cells absorbers"; Alloys and Compounds ISSN: 0925-8388.
- SE Diaz-Mendez, AA Torres-Rodríguez, M Abatal, MA Escalante Soberanis, A Bassam*, GK Pedraza-Basulto. (2018). Economic, environmental and health co-benefits of the use of advanced control strategies for lighting in buildings of Mexico. Energy Policy. ISSN: 0301-4215
- O. May Tzuc, A. Bassam, M. Abatal, Y. El Hamzaoui. (2018). Multivariate optimization of PB (II) removal for clinoptilolite-rich tuffs using genetic programming: A computational approach. ISSN: 0169-7439
- Francisco Anguebes-Franseschi, Mohamed Abatal, A. Bassam*, Mauricio A Escalante Soberanis, Oscar May Tzuc, Lauro Bucio-Galindo, Atl Victor Cordova Quiroz, Claudia Alejandra Aguilar Ucan, Miguel Angel Ramirez-Elias. 2018. Esterification Optimization of Crude African Palm Olein Using Response Surface Methodology and Heterogeneous Acid Catalysis. Energies ISSN: ISSN 1996-1073
- P.E. Mendez-Monroy, I. Sanchez Dominguez, A. Bassam, O. May Tzuc. (2018). Control-Scheduling Codesign for NCS based Fuzzy Systems. International Journal of Computers Communications & Control. ISSN: 1841-9836.
- O. May Tzuc, A. Bassam, P. E. Méndez-Monroy, I. Sánchez Domínguez. (2018). Estimation of the operating temperature of photovoltaic modules using artificial intelligence techniques and global sensitivity analysis: A comparative approach. Journal of Renewable and Sustainable Energy. ISSN: 1941-7012.
- MA Escalante Soberanis, T Mithrush, A Bassam, W Mérida. 2018. A sensitivity analysis to determine technical and economic feasibility of energy storage systems implementation: A flow battery case study. Renewable Energy. ISSN: ISSN: 0960-1481
- Room-temperature ITO electrodes evaluated for organic solar cells using a photonic flux density figure of merit. D. Canto Reyes, J. A. Méndez-Gamboa, M. Rivera Vidal, M. Acosta. Journal of Materials Science: Materials in Electronics (2018) 29:11059–11064. <https://doi.org/10.1007/s10854-018-9188-8>.
- AZO/Ag/AZO multilayers electrodes evaluated using a photonic flux density figure of merit for solar cells applications. M. Acosta, J. Méndez-Gamboa, I. Riech, C. Acosta and M. Zambrano. Superlattices and Microstructures xxx (2018) 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2018.03.018>.
- Effect of the substrate temperature on the physical properties of sprayed-CdS films by using an automatized perfume atomizer. G. Ojeda-Barrero, A.I. Oliva-Avilés, A.I. Oliva, R.D. Maldonado, M. Acosta, G.M. Alonzo-Medina. Materials Science in Semiconductor Processing 79 (2018) 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2018.01.018>.
- C. Acosta, O. Carvente-Muñoz, F. Peñuñuri-Anguiano, M. Zambrano-Arjona, G. Rivadeneyra-Gutiérrez, (2019) "Annual distribution of the Sun's angular position, study at 21 degrees of latitude". Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol. 35, Issue 1, ISSN: 1886-158X.
- Morales-Barrera, D. A., Rodríguez-Gattorno, G., Carvente, O. (2018) "Reversible Self-Assembly (fcc-bct) Crystallization of Confined Granular Spheres via a Shear Dimensionality Mechanism ". Physical Review Letters, Vol. 121, pp. 074302, ISSN: 1079-7114. Revista Indexada en Journal Citation Reports.

F. Peñuñuri, J. A. Montoya, Carvente, O. (2018) "Density profiles of granular gases studied by molecular dynamics and Brownian bridges ". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 492, pp. 2103-2110, ISSN: 0378-4371.

E. Camacho-Espinosa, I. Rimmaudo, I. Riech, R. Mis-Fernández, and J. L. Peña "Stability of sputter deposited cuprous oxide (Cu₂O) subjected to ageing conditions for photovoltaic applications" *Journal of Applied Physics* 123, 085301 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5017538>

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

Méndez N.R.I., Vázquez B.E.R., (2018), "Calidad del agua de abastecimiento de agua potable en Yucatán: Calidad biológica y fisicoquímica", Editorial Académica Española, ISBN: 978-613-8-98967-8, 105 p.

César Acosta, et. al., (2019) "Cálculo con Geogebra". Editorial Kindle, ISBN 10: 1087287502.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

"Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un sistema de humedal artificial híbrido para su aplicación en Yucatán".

Responsable: Vega De Lille, Marisela Ix-chel.

Participantes: Giácoman Vallejos, Germán, Quintal Franco, Carlos Alberto.

Fuente de Financiamiento: [PRODEP 2017 – Nuevo PTC.](#)

PATENTES

TESIS DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA



OPCIÓN AMBIENTAL

EVALUACIONES DE LAS DESCARGAS DE CONTAMINANTES A LA LAGUNA DE CELESTÚN

TRANSPORTE Y TRANSFORMACIÓN DE COMPUESTOS HIDROGENADOS EN UN SUELO AGRÍCOLA DEL ESTADO DE YUCATÁN

EFFECTO DEL PROCESO FENTON SOBRE HUEVOS DE HELMINTO

TOXICIDAD DE LOS LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DE MÉRIDA, YUCATÁN, TRATADOS CON FENTON

EFFECTO DEL PRETRATAMIENTO TÉRMICO EN LA PRODUCCIÓN DE BIO-HIDRÓGENO

DEGRADACIÓN DE ANTRACENO EN AGUA DE MAR POR MEDIO DE UN PROCESO FOTOCATALÍTICO DE OXIDACIÓN AVANZADA

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS POR FENTON HETEROGÉNEO

EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE UN DIGESTOR ANAEROBIO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

MODELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MÉRIDA, YUCATÁN USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR MEDIO DE HUMEDALES ARTIFICIALES HÍBRIDOS EN YUCATÁN

EFFECTO DE LA RELACIÓN SUSTRATO-INÓCULO Y ION FIERRO EN LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO DURANTE LA FERMENTACIÓN OSCURA

REMOCIÓN DE PARAQUAT EN AGUA, MEDIANTE FENTON HETEROGÉNEO

EVALUACIÓN DE BIOPELÍCULAS PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AGUA DE MAR

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS POLVOS DEL DESIERTO DEL SAHARA EN LA MICROBIOTA PRESENTE EN EL AIRE DE LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN

ESTIMACIÓN DE LA DBO, NITRÓGENO Y FÓSFORO EN UN SISTEMA DE HUMEDALES ARTIFICIALES HÍBRIDOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE ANTRACENO Y FENANTRENO EN AGUA DE MAR MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA

OPCIÓN CONSTRUCCIÓN

PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA EL MEJORAMIENTO DEL MONITOREO DEL AVANCE DE OBRA BASADO EN UN MODELO BIM 5D

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS FACTORES QUE INCLUYEN EN EL COSTO FINANCIERO DE OBRAS PÚBLICAS A TRAVÉS DE UN MODELO DE ANÁLISIS

EFFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE EN EL CONCRETO CON AGREGADO CALIZO EN CLIMA CÁLIDO

MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DETERIORO DE LAS FACHADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE CAMPECHE

EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES Y EL PERFIL DE LOS SUPERVISORES DE OBRA DE PROYECTOS DE VIVIENDA

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN

ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD REAL DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN LOS PROYECTOS DE VÍAS TERRESTRES DE YUCATÁN

OPCIÓN ESTRUCTURAS

EXAMINACIÓN DE MODELOS DE MICROMECAÁNICA PARA LA PREDICCIÓN DE LAS CONSTANTES ELÁSTICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS CON FIBRAS UNIDIRECCIONALES

ECUACIONES DE DISEÑO PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO CON RELACIÓN DE ASPECTO MENOR A 1.00

EFFECTO DEL AGRIETAMIENTO Y DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CORROSIÓN EN TRABES DE CONCRETO REFORZADO SUJETAS A FLEXIÓN

MODELACIÓN COMPUTACIONAL DE MURETES DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO, SUJETOS A COMPRESIÓN DIAGONAL

COMPORTAMIENTO A CORTANTE DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON BAJA RELACIÓN DE ASPECTO SUJETOS A CARGAS LATERALES

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CELULAR DE AUTOCLAVE

COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON RELACIÓN DE ASPECTO MAYOR QUE UNO

RESISTENCIA A CORTANTE DE MUROS CONFINADOS DE CCA

COMPORTAMIENTO A CORTANTE DE MUROS CONFINADOS DE CCA: MODELOS DE HISTÉRESIS

ECUACIONES DE DISEÑO PARA MUROS CONFINADOS SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO

COMPORTAMIENTO A CORTANTE DE MUROS CONFINADOS DE CCA: EVALUACIÓN DEL DAÑO

OPCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES

OPTIMIZACIÓN DE TCO's CON APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES CdTe/CdS MEDIANTE TRATAMIENTO TÉRMICO

PELÍCULAS DELGADAS DE ZnO PREPARADAS DE PARTÍCULAS NANO ESTRUCTURADAS EXTRAÍDAS DE UN PRODUCTO COMERCIAL: CARACTERIZACIÓN Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA ADICCIÓN DE POLIESTIRENO EN LAS PROPIEDADES OPTOELECTRÓNICAS DE LA CAPA ACTIVA EN CELDAS SOLARES

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL ESPESOR DEL CONTACTO POSTERIOR EN EL DESEMPEÑO DE CELDAS SOLARES

EVALUACIÓN PRÁCTICA DE UN CONTROL NO LINEAL APLICADO A UN INVERSOR MONOFÁSICO CON FUNCIÓN DE CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

DISEÑO DE TRANSFORMADORES DE ESTADO SÓLIDO PARA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

DISEÑO DE TRANSFORMADORES DE ESTADO SÓLIDO PARA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

ESTUDIO POR FOTOLUMINISCENCIA DE LOS EFECTOS DE LA CLORINACIÓN EN CELDAS SOLARES DE PELÍCULA DELGADA

PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA EÓLICO DE PEQUEÑA ESCALA

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN ARREGLO DE COLECTORES DE CANAL PARABÓLICO PARA GENERACIÓN DE CALOR DE PROCESO

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE POTENCIA EN INSTALACIONES EÓLICAS CONECTADAS A LA RED MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

MODELACIÓN DE UN COLECTOR SOLAR PLANO INTEGRADO CON MATERIALES DE CAMBIO DE FASE

TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERÍA

