



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

MEMORIAS

XV Seminario de Investigación



Dr. José de Jesús Williams

Rector

Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro

Director

Dr. Carlos Alberto Quintal Franco

Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

Dr. Jorge Alejandro Tapia González

Secretario Académico

Dr. Mauricio Gamboa Marrufo

Secretario Administrativo

Jorge Luis Varela Rivera, Miguel Ángel Zambrano Arjona,
Romel Gilberto Solís Carcaño, Roger Amílcar González Herrera,
María del Carmen Ponce Caballero, Alejandro Arturo Castillo Atoche,
María del Carmen Alonzo Godoy, Rubí Concepción López Sánchez,
Lauro Ariel Alonzo Salomón, Bassam Ali

Coordinadores de Cuerpos Académicos y Grupos Disciplinarios

Milenis Acosta Díaz,

Carlos Alberto Quintal Franco, Romel Gilberto Solís Carcaño,

Rafael Casares Salazar, Bassam Ali

Comité Asesor de Investigación

ÍNDICE

CUERPOS ACADÉMICOS	4
PROGRAMA XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN	9
RESÚMENES DE PONENCIAS	12
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE SISTEMAS RENOVABLES AISLADOS EN MÉXICO POR SIMULACIÓN DE MICRO-RED, 2017	13
CIRCUITO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA UTIL DE FUENTES DE MUY BAJA POTENCIA	15
ESTUDIO TÉRMICO DE LA LÁMINA ULTRALAM PARA LAS NAVES INDUSTRIALES DE LA EMPRESA KEKEN EN CONDICIONES DEL ESTADO DE YUCATÁN	17
ESTUDIO DE LA REACCIÓN DE HIDRÓLISIS DE ALUMINIO RECICLADO PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO	19
INVERSOR MONOFÁSICO MULTINIVEL CON TOPOLOGÍA NPC ASIMETRÍCA	21
DETECTABILIDAD DE DESVIACIONES EN LA CURVA CARACTERÍSTICA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE EL TRAZADO DE LA CURVA I-V POR MÉTODO CAPACITIVO	23
ACCIDENTES EN LAS CONSTRUCCIONES DE YUCATÁN	25
SISTEMA DE ADMINISTRACION DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA	27
PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA EL MEJORAMIENTO DEL MONITOREO DEL AVANCE DE OBRA BASADO EN UN MODELO BIM 5D	29
PROPUESTA PARA LA DOCUMENTACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES UTILIZANDO BIM, ESCÁNER 3D Y FOTOGRAMETRÍA	31
LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS EN EL ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN	33
ESTADO DE LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA EN MÉRIDA, YUCATÁN	35
CLASIFICACIÓN MULTIESPECTRAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT-8 EN TIEMPO REAL	37
PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE POTENCIA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE REDES NEURONALES DE ALTO ORDEN	39
REPRESENTACIÓN DE LA SÍSTOLE Y DÍASTOLE MEDIANTE EL MODELO DEL AUTÓMATA HÍBRIDO	41
CONTROL BASADO EN PASIVIDAD PARA UN INVERSOR FOTOVOLTAICO CONCORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y OPERACIÓN NOCTURNA	43
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA MODELADO Y SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	45
DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE ANTIBIÓTICOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA	47
EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, INÓCULO Y CONCENTRACION EN LA DEGRADACIÓN DE FENANTRENO EN AGUA DE MAR UTILIZANDO UN REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO	49
EFFECTO DE LA PENDIENTE EN EL FLUJO DE AGUA A PROFUNDIDAD EN UN CANAL DE LABORATORIO	51

PREDICCIONES DE SERIES DE TIEMPO CON GENERICPRED	53
TRANSICIÓN ESTRUCTURAL DE FASE DE PRIMER ORDEN EN LA CRISTALIZACIÓN GRANULAR	55
IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL ESCALAMIENTO DE CELDAS SOLARES DE PELÍCULAS DELGADAS	57
ELECTRODOS DE ZnO:Al/Ag/ZnO:Al PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES EVALUADOS UTILIZANDO UNA FIGURA DE MÉRITO DE DENSIDAD DE FLUJO FOTÓNICO	59
ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDO DE TUNGSTENO PARA APLICACIONES COMO FOTOÁNODOS	61
ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADSORCIÓN DE NORENDOXIFENO EN NANOTUBOS DE CARBONO	63
FENÓMENOS MAGNETO-ÓPTICOS EN MATERIALES COMPUESTOS A BASE DE NANOESTRUCTURAS DE CARBONO DISPERSAS EN FLUIDOS MAGNÉTICOS	65
TOPOGRAFIA 3D DE MUESTRAS VEGETALES MEDIANTE TRANSFORMADA DE FOURIER	67
PROPUESTA DE UN SENSOR DE FIBRA ÓPTICA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ESTRUCTURAS CIVILES	69
COMPORTAMIENTO ELÁSTICO Y PLÁSTICO DEL CONCRETO CON AGREGADO CALIZO DE ALTA ABSORCIÓN A EDADES TEMPRANAS	71
COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS FUERA DEL PLANO: EFECTO DEL TIPO DE PIEZA Y LA RELACIÓN DE ASPECTO	73
COEFICIENTES DE PRESIÓN NETOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL CERRADA Y ABIERTA DEBIDO A LOS EFECTOS DEL VIENTO	75
MODELACIÓN DEL AGRIETAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO	77
MODELADO Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS FOTOTÉRMICOS MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	79
PUBLICACIONES	81
ARTÍCULOS	82
LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS	92
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	95
PATENTES	97
TESIS DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA	98
OPCIÓN AMBIENTAL	99
OPCIÓN CONSTRUCCIÓN	103
OPCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES	107
OPCIÓN ESTRUCTURAS	111
TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERÍA	114
OPCIÓN AMBIENTAL	115
OPCIÓN CONSTRUCCIÓN	116
OPCIÓN ESTRUCTURAS	116

CUERPOS ACADÉMICOS



<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

VARELA RIVERA JORGE LUIS (Coordinador)
 FERNÁNDEZ BAQUEIROLUIS ENRIQUE
 GAMBOA MARRUFOMAURICIO
 MORENO HERRERAJOEL ALBERTO

<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

ZAMBRANO ARJONAMIGUEL ÁNGEL (Coordinador)
 ACOSTA CÉSARRENÁN
 ACOSTA DÍAZMILENIS
 CAB CAUICH CÉSAR ALBERTO
 CARVENTE MUÑOZOSVALDO
 MEDINA ESQUIVELRUBÉN ARTURO
 MÉNDEZ GAMBOAJOSÉ ÁNGEL
 PEÑUÑURI ANGUIANOFRANCISCO RAMÓN
 PÉREZ QUINTANAIGNACIO VICENTE
 RICALDE CAB LIFTER OMAR
 RIECH MÉNDEZINÉS MARGARITA
 TAPIA GONZÁLEZJORGE ALEJANDRO

<i>Cuerpo Académico:</i>	INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
<i>Grado:</i>	Consolidado
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Innovación de la construcción
<i>Año de registro:</i>	2002

SOLÍS CARCAÑOROMEL GILBERTO (Coordinador)
 ÁLVAREZ ROMEROSERGIO OMAR
 CORONA SUÁREZGILBERTO ABENAMAR
 GONZÁLEZ FAJARDOJOSÉ ANTONIO
 LORÍA ARCILAJOSÉ HUMBERTO
 ZARAGOZA GRIFÉJESÚS NICOLÁS

<i>Cuerpo Académico:</i>	HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
<i>Grado:</i>	En consolidación
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería Hidráulica e Hidrológica
<i>Año de registro:</i>	2002

GONZÁLEZ HERRERAROGGER AMÍLCAR (Coordinador)
 OSORIO RODRÍGUEZJOSÉ HUMBERTO
 SÁNCHEZ Y PINTOISMAEL ABELARDO

<i>Cuerpo Académico:</i>	INGENIERÍA AMBIENTAL
<i>Grado:</i>	Consolidado
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Ingeniería Ambiental
<i>Año de registro:</i>	2002

PONCE CABALLERO MARÍA DEL CARMEN (Coordinador)
GIACOMAN VALLEJOSGERMÁN
MÉNDEZ NOVELOROGER IVÁN
QUINTAL FRANCOCARLOS ALBERTO

<i>Cuerpo Académico:</i>	MECATRÓNICA
<i>Grado:</i>	Consolidado
<i>Línea de generación y aplicación del conocimiento:</i>	Control y Automatización de Sistemas
<i>Año de registro:</i>	2005

CASTILLO ATOCHEALEJANDRO ARTURO (Coordinador)
AVILÉS VIÑAS JAIME
CRUZ JIMÉNEZBRAULIO JOSÉ
PALMA MARRUFOORLANDO
PEÓN ESCALANTERICARDO JAVIER
RICALDE CASTELLANOSLUIS JOSUÉ

PROGRAMA
XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN



PROGRAMA

Jueves 19 de octubre

Audiovisual 1

09:00 – 09:20	Mauricio Escalante	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE SISTEMAS RENOVABLES AISLADOS EN MÉXICO POR SIMULACIÓN MICRO-RED, 2017.
09:20 – 09:40	Manuel Flota	CIRCUITO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ÚTIL DE FUENTES DE MUY BAJA POTENCIA.
09:40 – 10:00	Lifter Ricalde	ESTUDIO TÉRMICO DE LA LÁMINA ULTRALAM PARA LAS NAVES INDUSTRIALES DE LA EMPRESA KEKEN EN CONDICIONES DEL ESTADO DE YUCATÁN.
10:00 – 10:20	Liliana San Pedro	ESTUDIO DE LA REACCIÓN DE HIDRÓLISIS DE ALUMINIO RECICLADO PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.
10:20 – 10:40	Manuel López	INVERSOR MONOFÁSICO MULTINIVEL CON TOPOLOGÍA NCP ASIMÉTRICA.
10:40 – 11:00	Ernesto Ordoñez	DETECTABILIDAD DE DESVIACIONES EN LA CURVA CARACTERÍSTICA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE EL TRAZADO DE LA CURVA I-V POR MÉTODO CAPACITIVO.

Audiovisual "Dr. Oscar M. González Cuevas"

09:00 – 09:20	Romel Solís	ACCIDENTES EN LAS CONSTRUCCIONES DE YUCATÁN.
09:20 – 09:40	Selene Audeves	SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA.
09:40 – 10:00	Nicolás Zaragoza	PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA EL MEJORAMIENTO DEL MONITOREO DEL AVANCE DE OBRA BASADO EN UN MODELO BIM 5D.
10:00 – 10:20	Sergio Álvarez	PROPUESTA PARA LA DOCUMENTACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES UTILIZANDO BIM, ESCÁNER 3D Y FOTOGRAMETRÍA.
10:20 – 10:40	Gilberto Corona	LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS EN EL ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA

10:40 – 11:00 Antonio González PRODUCTIVIDAD EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN. ESTADO DE LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA EN MÉRIDA, YUCATÁN.

Aula Magna

11:00 – 11:20 Inauguración

11:20 – 12:20 Dr. Jesús Perfecto Xamán Villaseñor CONFERENCIA “ENERGÍA EN EDIFICACIONES: MODELACIÓN COMPUTACIONAL DE COMPONENTES DE EDIFICACIONES”.

Audiovisual 1

12:40 – 13:00 Alejandro Castillo CLASIFICACIÓN MULTIESPECTRAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT-8 EN TIEMPO REAL.

13:00 – 13:20 Luis Ricalde PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE POTENCIA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE REDES NEURALES DE ALTO ORDEN.

13:20 – 13:40 Braulio Cruz REPRESENTACIÓN DE LA SÍSTOLE Y DÍASTOLE MEDIANTE EL MODELO DEL AUTÓMATA HÍBRIDO.

13:40 – 14:00 César Villanueva CONTROL BASADO EN PASIVIDAD PARA UN INVERSOR FOTOVOLTAICO CON CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y OPERACIÓN NOCTURNA.

Audiovisual “Dr. Oscar M. González Cuevas”

12:40 – 13:00 Germán Giacoman DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA MODELADO Y SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

13:00 – 13:20 Roger Méndez DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE ANTIBIÓTICOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA.

13:20 – 13:40 Carlos Quintal EFECTO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, INÓCULO Y CONCENTRACIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE FENANTRENO EN AGUA DE MAR UTILIZANDO UN REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO.

13:40 – 14:00 Rafael Casares EFECTO DE LA PENDIENTE EN EL FLUJO DE AGUA A PROFUNDIDAD EN UN CANAL DE LABORATORIO.

Viernes 20 de octubre

Aula Magna

09:00 – 10:00 M. I. Javier González Alonzo CONFERENCIA “DISEÑO DE MUROS AISLADOS POR VIENTO”.

Audiovisual 1

10:20 – 10:40 Ramón Peñuñuri PREDICCIONES DE SERIES DE TIEMPO CON GENERICPRED.

10:40 – 11:00 Osvaldo Carvente TRANSICIÓN ESTRUCTURAL DE FASE DE PRIMER ORDEN EN LA CRISTALIZACIÓN GRANULAR.

11:00– 11:20 Inés Riech IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL ESCALAMIENTO DE CELDAS SOLARES DE PELÍCULAS DELGADAS.

11:20 – 11:40 José Méndez ELECTRODOS DE ZnO:Al/Ag/ZnO:Al PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES EVALUADOS UTILIZANDO UNA FIGURA DE MÉRITO DE DENSIDAD DE FLUJO FOTÓNICO.

11:40 – 12:00 Milenis Acosta ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDO DE TUNGSTENO PARA APLICACIONES COMO FOTOÁNODOS.

12:00 – 12:20 César Cab ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADSORCIÓN DE NORENDOXIFENO EN NANOTUBOS DE CARBONO.

12:20 – 12:40 Caridad Vales FENÓMENOS MAGNETO-ÓPTICOS EN MATERIALES COMPUESTOS A BASE DE NANOESTRUCTURAS DE CARBONO DISPERSAS EN FLUIDOS MAGNÉTICOS.

12:40 – 13:00 Mario Pérez TOPOGRAFÍA 3D DE MUESTRAS VEGETALES MEDIANTE TRANSFORMADA DE FOURIER.

13:00– 13:20 Carlos Vinajera PROPUESTA DE UN SENSOR DE FIBRA ÓPTICA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ESTRUCTURAS CIVILES.

Audiovisual “Dr. Oscar M. González Cuevas”

10:20 – 10:40 Ana Rosado COMPORTAMIENTO ELÁSTICO Y PLÁSTICO DEL CONCRETO CON AGREGADO CALIZO DE ALTA ABSORCIÓN A EDADES TEMPRANAS.

10:40 – 11:00 Joel Moreno COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS FUERA DEL PLANO: EFECTO DEL TIPO DE PIEZA Y LA RELACIÓN DE ASPECTO.

11:00– 11:20 Mauricio Gamboa COEFICIENTES DE PRESIÓN NETOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL CERRADA Y ABIERTA DEBIDO A LOS EFECTOS DEL VIENTO.

11:20 – 11:40 Luis Fernández MODELACIÓN DEL AGRIETAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO.

RESÚMENES DE PONENCIAS



**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE SISTEMAS
RENOVABLES AISLADOS EN MÉXICO POR SIMULACIÓN DE MICRO-RED, 2017**

M. A. Escalante Soberanis¹, L. Ricalde-Cab, M. Flota-Bañuelos, S. J. Garrido Chan

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

RESUMEN

En México, el 1.8 % de la población carece de acceso a la energía eléctrica (INEGI, 2010). Esta carencia provoca la falta de servicios básicos de calidad en las comunidades, especialmente en aquellas de difícil acceso para la red eléctrica. Además de la complejidad del terreno, una de las principales limitantes para el acceso energético es el costo de tendido de red. Por ello, en este trabajo se realiza un análisis de los principales factores que determinan la viabilidad de un proyecto de energías renovables. Para dicho análisis, se seleccionaron dos comunidades aisladas, cuya principal característica es que su abasto energético se basa en generadores tipo diésel. Las comunidades seleccionadas fueron Holbox e Isla Natividad, en México. Para realizar el análisis se efectuaron simulaciones con el software Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources (HOMER). Este software permite manipular variables de índole económica como tasas de interés, inflación, costos de operación y mantenimiento de un proyecto, así como la variación en los precios del combustible utilizado como fuente de energía para los generadores. Cada una de ellas se varió respecto al caso de menor costo presente neto. El costo de la tecnología se puede observar en la *Tabla 1*. El objetivo es analizar cuál es el factor que más afecta el Costo Presente Neto (CPN).

Tabla 1 Costos de tecnología utilizados (IRENA, 2015)

Componente	Costo capital (MXN)	O&M	Componente	Costo capital (MXN)	O&M
Inversor	3,600/kW	10%	Panel fotovoltaico	12,600 /kW	10%
Baterías	200,000 c/u	10%	Generador eólico	24,800/ kW	10%
Generador tipo diésel	2,200/kW	0.50MXN			

Así mismo, se realizó un análisis de sensibilidad sobre el costo presente neto en el que a cada variable considerada se le asignaba un 50 % sobre y debajo del precio base. En ambas comunidades los resultados obtenidos indican que el componente de mayor costo a lo largo de un proyecto de un sistema de generación híbrida es el generador diésel.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa cómo varía el CPN para Isla Natividad (caso base) y que el factor que más afecta el costo presente neto es el costo de combustible, mientras que el que menos parece afectarle es el costo capital de la tecnología a utilizar.

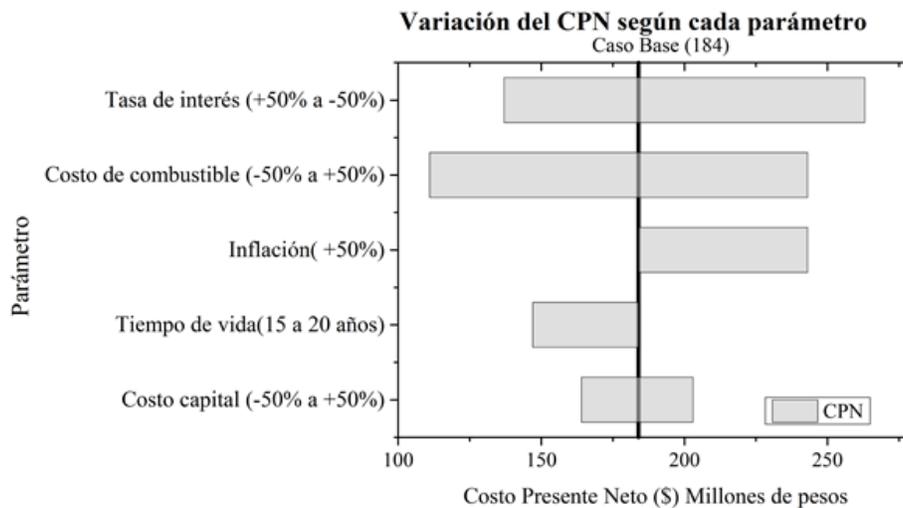


Figura 1 Variación del CPN para isla Natividad

En Isla Natividad se puede observar el mismo comportamiento del caso de Holbox. El software también proporciona la cantidad de CO₂ que el sistema arroja al ambiente. En ambos casos se registraron reducciones de hasta un 40% para Isla Natividad y un 24% para Holbox. Esto es debido a la cantidad de demanda energética cubierta por energías renovables en cada caso 28% y 17.65% respectivamente.

Se concluye que el factor que hace variar el CPN en mayor medida es el costo de combustible. Además, el tamaño de la comunidad determina el porcentaje recomendado de energías renovables. Mientras mayor sea la demanda energética, el porcentaje de energías renovables disminuye debido a lo costoso del almacenamiento.

REFERENCIAS

- INEGI. (2010). *Servicios y bienes en las viviendas* (Vol. 0). Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mviv37&s=est&c=26568>
- IRENA. (2015). *Renewable power generation costs in 2014*.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

CIRCUITO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA UTIL DE FUENTES DE MUY BAJA POTENCIA

Manuel Israel Flota Bañuelos¹, Mauricio Alberto Escalante Soberanis, Liliana San Pedro Cedillo y Manuel Jesús López Sánchez

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

RESUMEN

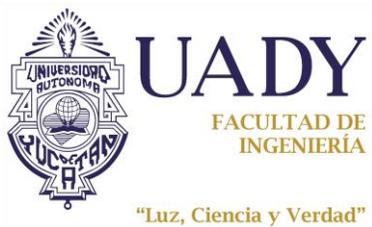
La obtención de energía a micro o nano escala es un reto tecnológico ya que la mayoría de las soluciones energéticas se basan en semiconductores que deben ser polarizados adecuadamente para su correcto funcionamiento. Por este motivo se plantea la posibilidad de crear una tecnología capaz de reducir los costos e inconvenientes de mantenimiento que involucran los sistemas de cableado convencionales. Algunas fuentes de energía de ultra-baja potencia incluyen vibraciones mecánicas, radio frecuencias electromagnéticas, gradientes de presión, gradientes de temperatura, solar y biológica, entre otras vinculadas a las energías Renovables.

Los primeros dispositivos electrónicos diseñados para la cosecha o recolección de energía se basaban en componentes pasivos que solo tenían la función de recircular los electrones, tal es el caso de las resistencias que disipan la potencia en forma de calor. Sin embargo, para aprovechar la energía es necesario almacenarla en capacitores y posteriormente amplificarla empleando combinaciones en serie y paralelo, de esta manera se obtiene un voltaje que pueda ser útil para alguna aplicación práctica. Una alternativa que se ha planteado para almacenar la energía es usar capacitores conectados en paralelo y posteriormente reconfigurar el arreglo de capacitores en serie para amplificar el voltaje recolectado.

En este trabajo se desarrolla un circuito electrónico para la obtención y aprovechamiento de energía de fuentes de ultra-baja potencia integrado por un módulo de capacitores, un microcontrolador, dos interruptores analógicos, un módulo de baterías auxiliares, una terminal y un módulo de modo de operación, caracterizado porque: al menos dos fuentes de muy de ultra-baja potencia están conectadas al módulo de capacitores; y el microcontrolador envía las señales digitales RC al módulo de capacitores al primer

conjunto de interruptores analógicos y pasa de un estado inactivo a un estado activo; además el microcontrolador está configurado para realizar:

1. una etapa de almacenamiento de la energía, por medio de conectar las fuentes de energía en paralelo con los capacitores;
2. una primera etapa de amplificación, por medio de reconectar el conjunto de capacitores en serie entre sí a través del primer conjunto de interruptores analógicos conectados en paralelo por medio de un interruptor con el arreglo de baterías auxiliares que están conectadas en paralelo entre sí;
3. una primera etapa de transferencia de la energía de los capacitores hacia las baterías auxiliares;
4. una segunda etapa de amplificación de energía, por medio de reconectar el arreglo de baterías que están conectadas en serie entre sí a través del segundo conjunto de interruptores analógicos,
5. una segunda etapa de transferencia de la energía amplificada por las baterías auxiliares por medio de un interruptor, el cual conecta en paralelo a las baterías auxiliares que están conectadas en serie entre sí con una batería externa principal, transfiriéndole dicha energía.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ESTUDIO TÉRMICO DE LA LÁMINA ULTRALAM PARA LAS NAVES INDUSTRIALES DE LA EMPRESA KEKEN EN CONDICIONES DEL ESTADO DE YUCATÁN

Lifter O. Ricalde-Cab¹, Bassam Ali, Eduardo E. Ordoñez-Lopez, Liliana San Pedro-Cedillo

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

RESUMEN

Parte importante de una empresa dedicada a la crianza y comercialización del ganado porcino, son las naves donde se realizan las actividades de reproducción; este tipo de edificios deben estar diseñados y construidos correctamente para la buena salud y bienestar de los cerdos, para obtener el máximo rendimiento y ahorro en costos.

En la empresa Kekén (productor porcino del estado de Yucatán), reporta que, debido a los problemas que se presentan con el deterioro y la oxidación de los techos de sus naves industriales en las granjas debido al ambiente agresivo, y el costo asociado por utilizar esparado de poliuretano, para los sistemas de ambiente controlado. Proponen una alternativa en el mercado, de utilizar lámina acrílica termoacústica ULTRALAM A3-136 para sustituir el material esparado de los techos en las naves.

En un reporte de mediciones de temperaturas realizadas en la planta de Chumayel, Yucatán. Se realizó mediciones puntuales comparativas, entre la lámina galvanizada con un esparado de 3 pulgadas de poliuretano y la lámina Ultralam de 2.5 mm instaladas en las naves de maternidad 2 Chumayel y la nave de crianza chumayel. Estas mediciones se realizaron a través de una cámara termográfica, obteniéndose resultados preliminares, que muestran una diferencia de temperatura de 1.1 °C entre la lámina de Ultralam y la lámina de galvanizado con 3 pulgadas de esparado. Además de que la temperatura en lámina acrílica es 3.7°C menor que la temperatura ambiente. No obstante, las mediciones no fueron realizadas a las mismas condiciones experimentales y que además la toma de las temperaturas se realizó en tiempos diferentes, esto generaba incertidumbre en los resultados obtenidos.

El presente trabajo expone los resultados de una evaluación del desempeño de aislamiento térmico de dos laminas llevada a cabo en los Laboratorios de Energía de la FIUADY, teniendo como referencia una caseta con techo de lámina galvanizada con 3" pulgadas de espreado interior de poliuretano, comparada con una caseta de las mismas características con techo de lámina plástica Ultralam sin espreado para tres casos de 2 mm, 2.5 mm y 3 mm de espesor. Figura 1.



Figura 1. Casetas de prueba con las láminas de prueba (lámina espreado con poliuretano y lámina Ultralam) instaladas y listas para el experimento de evaluación térmica.

Para el desarrollo del experimento se construyó dos casetas de pruebas con las siguientes dimensiones: 1 m por 1 m y 1.70 m de altura, con declive de 10 cm y orientada hacia el sur. Se instaló sensores meteorológicos y una estación de medición de los parámetros de estudio. Los techos de las casetas deberán tener: una caseta la lámina Ultralam y la otra la lámina de asbesto con el espreado de poliuretano similar a las empleadas en las naves de la planta porcícola.

Los resultados muestran que la temperatura promedio diurna en la superficie interna de la lámina galvanizada es más baja que la temperatura en la superficie externa (diferencia promedio de hasta 0.85 °C), no obstante, en el periodo nocturno este comportamiento tiende a invertirse de forma similar a la caseta de Ultralam. También se puede establecer que la diferencia de temperatura internas y externas para el caso de la lámina galvanizada es superior que para el caso de la lámina Ultralam. Durante el periodo diurno, las temperaturas de la caseta con techo de Ultralam tiene temperaturas cercanas a la temperatura ambiente, mientras que las temperaturas promedio de la caseta con techo de galvanizado-poliuretano tiene temperaturas muy superiores a la temperatura ambiente externa. Esto nos indica que la lámina de Ultralam trabaja en promedio con temperaturas más bajas que la lámina-poliuretano. En cuanto al comportamiento de los picos de radiación (aproximadamente con un máximo de 1141 W/m²) por lo general tienden a coincidir para el caso de las temperaturas externas e internas de la caseta con lámina Ultralam, esto es un indicador que esta lámina permite un flujo calorífico más rápido en su cara interna, mientras que en el caso de la caseta con la lámina galvanizada se puede observar que existe un desfase entre los picos de temperatura externa e interna, el pico de la temperatura externa coincide con el pico de radiación, mientras que el pico de la superficie interna presenta un retraso de casi 2 horas y media después del pico de radiación. Estos resultados muestran que la lámina Ultralam es una opción desde el punto de vista técnico para sustituir los techos de las naves industriales de la empresa.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ESTUDIO DE LA REACCIÓN DE HIDRÓLISIS DE ALUMINIO RECICLADO PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Liliana San Pedro-Cedillo¹, Miguel Ángel Ruíz-Gomez², Mauricio Escalante-Soberanis¹,
y Ali Bassam¹

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

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN

El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo, se presenta de forma molecular como gas diatómico (H₂); no obstante, en la Tierra no se encuentra disponible en estado libre. Sin embargo, una parte considerable del hidrógeno terrestre se localiza formando compuestos químicos tales como los hidrocarburos o el agua, siendo ésta última un recurso sustancial para la generación de energía limpia y sustentable. Se ha demostrado que el H₂ es un potencial vector energético cuya combustión con el oxígeno genera una significativa cantidad de calor, también se puede obtener energía eléctrica de forma indirecta, y lo más importante, el único residuo que se tiene es vapor de agua.

Actualmente, una tecnología que ha tomado gran relevancia a nivel mundial es la generación de hidrógeno mediante la hidrólisis de metales, considerándose un método viable para ser utilizado en celdas de combustible. En particular, la reacción entre el agua (en forma pura o en soluciones salinas) y el aluminio (incluyendo aleaciones con otros metales que optimicen la reacción) ha sido estudiada. Los sistemas de agua y aluminio poseen una serie de ventajas tales como bajo costo de materia prima, recursos abundantes, temperaturas de operación moderadas y reciclaje de materiales. Sin embargo, estas ventajas se ven disminuidas debido al aporte energético que supone formar una aleación. Por esta razón, en este trabajo se estudió la producción de hidrógeno a partir de aluminio de desecho usando como promotor de la reacción una base fuerte. La reacción de este estudio es la siguiente:



Se evaluó la producción de hidrogeno a partir de 0.5 gr de aluminio y 4 mL de NaOH 5M, por lo que teóricamente se deberían generar 622 mL de hidrógeno, siendo el aluminio el reactivo limitante.

Con la finalidad de calcular la producción de gas, se armó el sistema de generación-captación para el producto gaseoso (Figura 1), que consta de un vial HeadSpace sellado que con ayuda de una aguja hipodérmica se acopla a una manguera que va hacia una bureta invertida dentro de un vaso de precipitados, ambos llenos de agua con el propósito de cuantificar la cantidad de gas por desplazamiento del agua. Además, el vial HeadSpace donde se lleva a cabo la reacción se mantuvo en agitación a 200rpm en una parrilla de agitación Super Nuova Multiplace.



Figura 1. Sistema de generación-captación

Posteriormente, se separó el residuo sólido obtenidos de la reacción por decantación y se llevó a sequedad a 104.5°C durante 24 horas y se almacenó en viales cromatográficos para su caracterización. El análisis de los residuos sólidos se llevó a cabo con un microscopio electrónico de barrido (Philips XL30 ESEM FEG).

El volumen del gas producido fue de 674 mL en el tiempo total de la reacción. El volumen teórico calculado fue de 622 mL. La diferencia radica en que el valor teórico se basa en la ecuación estequiométrica y que no hay presencia de otros compuestos, mientras que en la real hay presencia de aire al momento de sellar el vial.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización elemental podemos encontrar la presencia de aluminio, sodio, oxígeno y carbono. El subproducto de la reacción es aluminato de sodio (NaAlO_2) por lo que la presencia de los elementos previamente mencionados indica que no hay ningún elemento diferente al que se esperaba de la reacción.

Con base al análisis elemental del subproducto sólido, el cual no tiene presencia de hidrógeno, se puede concluir que el gas producido está constituido mayormente por este elemento.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

INVERSOR MONOFÁSICO MULTINIVEL CON TOPOLOGÍA NPC ASIMETRICA

Manuel Jesús López Sánchez¹, Eduardo Ernesto Ordóñez López, Manuel Israel Flota Bañuelos y Cesar Villanueva López

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

RESUMEN

En años recientes la demanda de energía ha crecido muy rápidamente, lo que, aunado al grave problema de la contaminación generada por el uso de los combustibles fósiles; ha impulsado el desarrollo de fuentes alternativas de energía. En particular la energía solar fotovoltaica, ha sido una de las de mayor crecimiento, debido a que los sistemas fotovoltaicos tienen un tamaño relativamente pequeño, son de fácil instalación y pueden ser instalados muy cercanos al usuario.

Los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en sistemas aislados o interconectados a la red eléctrica. Los sistemas aislados requieren comúnmente de un sistema de almacenamiento de energía en baterías para compensar las variaciones que presenta la radiación solar a lo largo de un día; por otro lado, los sistemas interconectados a la red eléctrica inyectan la energía producida hacia la red lo que permite que esta puede ser aprovechada localmente o que en caso de existir un excedente de energía esta puede ser distribuida a través de la red.

Los sistemas interconectados a la red eléctrica requieren de un inversor fotovoltaico para transformar e inyectar la energía a la red eléctrica. Adicionalmente puede requerirse de un convertidor DC-DC si la tensión del arreglo de paneles es baja, lo que trae consigo una disminución en la eficiencia del sistema; esto puede evitarse utilizando un arreglo fotovoltaico con un bus de DC alto en combinación con inversor multinivel sin transformador.

En este trabajo se propone un inversor multinivel con una topología asimétrica de dos ramas, una de ellas utiliza la topología neutral-point-clamped (NPC) y la otra utiliza una topología convencional de dos niveles, como se muestra en la figura 1. La rama NPC permite acceder al punto medio del bus de DC, esto permite que el inversor puede entregar a la salida cinco diferentes niveles de voltaje, a través de diferentes combinaciones de estado para los interruptores.

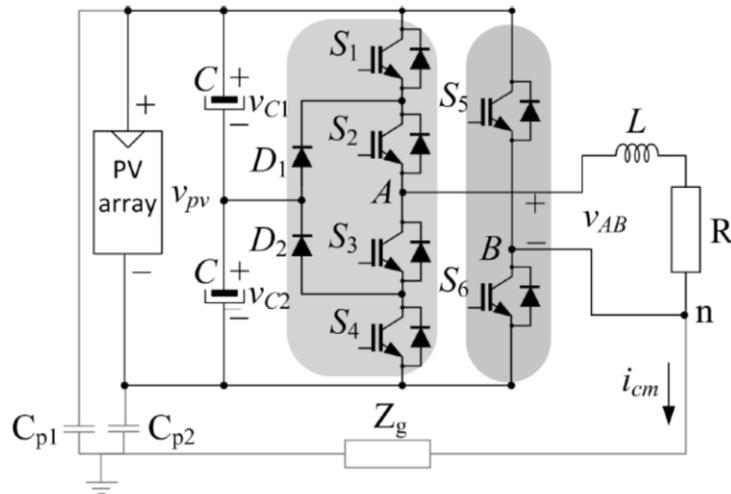


Figura 1. Diagrama esquemático del inversor NPC asimétrico propuesto.

Las secuencias para la conmutación de los interruptores de la rama NPC se han obtenido mediante un esquema de modulación de portadoras desplazadas de nivel (LSC) y se utilizó la función signo para obtener la secuencia de conmutación de la rama convencional de dos niveles.

Para llevar a cabo la validación de la topología propuesta, así como del esquema de modulación propuesto, se realizaron simulaciones numéricas en MatLab-Simulink, utilizando los componentes de la biblioteca de SimPower-Systems. Los parámetros utilizados para estas simulaciones fueron $v_{pv} = 200$ V, $L = 3$ mH y $R = 50$ Ω . Las señales de PWM fueron fijadas a una frecuencia de 16 KHz. Los resultados obtenidos mostraron un adecuado desempeño para la operación del inversor bajo el esquema de modulación propuesto.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

DETECTABILIDAD DE DESVIACIONES EN LA CURVA CARACTERÍSTICA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE EL TRAZADO DE LA CURVA I-V POR MÉTODO CAPACITIVO

Eduardo Ernesto Ordóñez López¹, Manuel Israel Flota Bañuelos, Manuel Jesús López Sánchez y Juan Reynaldo Zúñiga Gutiérrez

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

RESUMEN

Debido a los efectos negativos del uso de las fuentes fósiles de energía sobre el medio ambiente se han implementado una serie de políticas para el aprovechamiento de fuentes renovables. En México en general y en el estado de Yucatán en particular, el aprovechamiento de la energía solar por medio de sistemas fotovoltaicos es una de las áreas que ha tenido un crecimiento importante en los años recientes debido a que la reducción de los precios de estos sistemas favorece un tiempo de retorno de inversión menor al tiempo estimado de vida de los mismos. Actualmente ya se cuenta con una cantidad importante de sistemas fotovoltaicos instalados que están transitando por un cuarto de su vida útil y es importante contar con la capacidad para poder diagnosticar el estado operativo de los mismos con el fin de identificar, corregir y evitar situaciones que degraden la capacidad del arreglo. Este diagnóstico se basa principalmente en la evaluación de la curva I-V (Corriente contra voltaje) del arreglo fotovoltaico. El uso de los trazadores de curvas I-V no ha sido ampliamente adoptado por la industria de la instalación de sistemas fotovoltaicos debido a sus altos costos y porque se trata de una actividad económica relativamente reciente. Las principales topologías empleadas para la construcción de trazadores de curvas I-V son: resistencia variable, carga capacitiva, carga electrónica, amplificador bipolar de potencia, fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y convertidores CD-CD. De todos estos métodos, el de carga capacitiva fue elegido para este trabajo porque ofrece tamaño compacto, baja disipación de potencia, alta velocidad de barrido a un bajo costo tanto para sistemas domésticos como para sistemas de producción de electricidad a escala comercial.

En este trabajo se modelaron computacionalmente y evaluaron experimentalmente las diferentes implicaciones tecnológicas en la construcción de trazadores de curvas I-V con pequeños arreglos de carga capacitiva y su capacidad para la detección de diferentes condiciones de sombreado en arreglos fotovoltaicos de pequeña escala (orden de

kilowatts a decenas de kilowatts.) empleando convertidores de analógico a digital con resoluciones de 10 y 12 bits. El modelado computacional del sistema fotovoltaico se basó en arreglos serie paralelo de matrices de celdas representadas con el modelo de un diodo y en la discretización en tiempo y magnitud de las señales de corriente y voltaje del arreglo para representar los efectos de la conversión de analógico a digital de señales en el sistema experimental.

Como en los trazadores capacitivos por razones de seguridad y de costo, es conveniente utilizar pequeños arreglos de capacitores (en el prototipo se empleó un arreglo serie paralelo cuatro capacitores de 470uF/400V para obtener una carga de 470uF/800V), fue necesario realizar un análisis sobre las implicaciones en la seguridad del arreglo capacitivo debidas a desviaciones en los valores de los capacitores que se dan por consecuencia de la tolerancia de fabricación y el envejecimiento natural de los componentes. Se demostró que en la implementación de pequeñas cargas capacitivas en trazadores diseñados para la medición de sistemas fotovoltaicos de 600VCD no es necesario utilizar resistores de balanceo (por lo tanto, habrá una mejor aproximación al punto de circuito abierto en las mediciones) si los capacitores tienen una tolerancia menor al 20% y voltaje de operación de 400V.

También se investigaron las ventajas y desventajas del empleo de diferentes elementos de conmutación empleados comúnmente en trabajos similares descritos en la literatura. Se determinó que el uso de interruptores eléctricos manuales y electromagnéticos es incompatible con el uso de pequeñas cargas capacitivas y altas tasas de muestreo debido a los efectos de rebote que presentan en el transitorio de inicio de la carga capacitiva, por lo que en estas condiciones es imprescindible el uso de semiconductores de potencia adecuados a los niveles de corriente y voltaje presentes en los arreglos fotovoltaicos.

Se modeló y verificó experimentalmente que el prototipo de trazador de curvas I-V detecta adecuadamente los siguientes escenarios de sombreado parcial en un arreglo fotovoltaico de 1.5kW formado por seis módulos Solartec S60MC-250 (Con voltaje de circuito abierto de 227V, corriente de corto circuito de 8.6A, voltaje de máxima potencia de 185V y corriente de máxima potencia de 8A):

- Sombreado en dos columnas de 10 celdas del primer panel

- Sombreado en cuatro columnas del primer panel

- Sombreado en las seis columnas del primer panel

- Sombreado de dos paneles

- Sombreado de tres paneles

- Sombreado de cinco paneles

Con las pruebas experimentales también se puede concluir que el prototipo construido, el cual muestrea las señales de corriente y voltaje a 62.5kHz, es capaz de detectar el estado transitorio que se da al inicio de la prueba cuando se pasa abruptamente de la condición de circuito abierto a la de corto circuito.

Finalmente, cabe mencionar que se pudo verificar que a casi cinco años de operación el sistema fotovoltaico utilizado para las pruebas opera satisfactoriamente con un factor de rendimiento mayor al 90%.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ACCIDENTES EN LAS CONSTRUCCIONES DE YUCATÁN

Rómel G. Solís-Carcaño¹

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

RESUMEN

La construcción es una actividad que es ejecutada por trabajadores organizados por empresas, cuyas gerencias tiene la responsabilidad de gestionar la prevención de los riesgos laborales. La meta de esta gestión es lograr un ambiente de trabajo adecuado, en donde los trabajadores puedan desarrollar sus actividades con dignidad y sea posible su participación en la mejorar continua de las condiciones de salud y seguridad.

El ambiente de las obras de construcción es un buen ejemplo de cómo la acción conjunta de un grupo de personas produce ambientes que pueden ser inseguros para muchos miembros de una organización. La compleja interacción entre los trabajadores de una construcción provoca que las acciones de algunos generen riesgos que afectan simultáneamente a muchos otros; de ahí que la falta de una conducta segura de un trabajador pueda provocar problemas de dimensiones sociales.

El estudio que se reporta se realizó en Yucatán, en donde principalmente predomina la construcción de tipo horizontal y el nivel de desarrollo de la región propicia que la actividad de construir se realice, por lo general, en un marco de bajo nivel tecnológico. El objetivo de este trabajo fue analizar una muestra grande de accidentes de construcción en obras de edificación, para conocer las causas y consecuencias de la falta de prevención de riesgos. El procedimiento de la investigación consistió en la recopilación y análisis de la información publicada en los periódicos locales sobre los accidentes de construcción ocurridos en este estado.

Se estudiaron 109 accidentes, ocurridos durante 100 meses de investigación, de los cuales 103 ocurrieron en el sitio de la construcción y 6 durante el transporte de los trabajadores al sitio. El 73 % de los accidentes ocurrieron en construcciones privadas y el 27 % en obras públicas. El 92 % de las construcciones en las que ocurrieron los accidentes fueron clasificadas como pequeñas, siendo principalmente residenciales o

trabajos de mantenimiento; el 8 % restante de las construcciones fueron obras medianas (un museo, un hospital y una plaza comercial) o grandes (un centro de convenciones, un hotel, dos edificios de departamentos y una planta industrial).

El total de trabajadores afectados –muertos y heridos– en los accidentes fue de 262, de los cuales 199 sufrieron daños en el sitio de la construcción y 63 durante el transporte. Los 103 accidentes de obra se clasificaron de acuerdo con el Standard número 1926 *Safety and Health Regulations for Construction* de la OSHA. La Figura 1 muestra la distribución de los riesgos que provocaron los fallecimientos de los trabajadores. Sumando los datos de los cuatro principales riesgos, en conjunto provocaron: el 71 % de los accidentes, el 78 % de los trabajadores fallecidos y 80 % del total de trabajadores afectados.

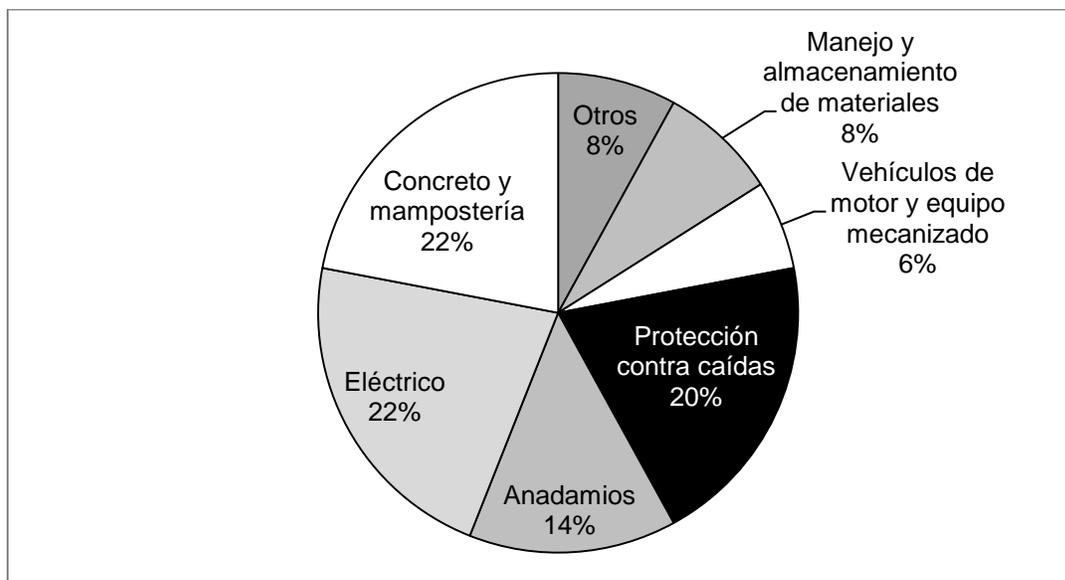


Figura 1.- Porcentaje de trabajadores que fallecieron por categoría de riesgo.

En el 45 % de los accidentes estudiados los trabajadores afectados cayeron de diferente nivel; y el 40 % del total de los trabajadores afectados en los accidentes sufrieron este tipo de percance. Lo anterior muestra que casi la mitad de los accidentes y del daño a los trabajadores afectados pudieron ser evitados gestionando adecuadamente el riesgo de caerse de techos, andamios y escaleras.

Se concluyó que existe un bajo nivel de gestión de prevención de riesgos laborales, lo cual parece ser general tanto en obras privadas como públicas. Asimismo la mayoría de los accidentes podrían haber sido evitados si los trabajadores hubieran utilizado el equipo de protección personal básico. No se observó que los sindicatos y clientes estén siendo un factor que contribuya con la mejora a la protección de los trabajadores.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

SISTEMA DE ADMINISTRACION DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA

Selene A. Audeves-Pérez¹, José H. Loría-Arcila¹, José A. González-Fajardo¹ y Pamela L. Alcalá-Cetz²

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

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

RESUMEN

La administración de la Infraestructura (AI) es el proceso mediante el cual se realiza su gestión de la manera más eficiente, por medio del análisis del ciclo de vida de sus componentes, con el propósito de desarrollar información sobre la capacidad de éstos, su mantenimiento futuro y los nuevos desarrollos. La gestión consiste en la planeación, mantenimiento y operación de la infraestructura, tanto a corto como a largo plazo, teniendo como salidas principales: los costos del ciclo de vida, los niveles de servicio, los riesgos y demandas futuras, y la asistencia a los administradores con información completa (para la toma de decisiones, mejorar los datos de administración y la evaluación del retorno de la inversión).

Ante lo anterior, se desarrolló la presente investigación cuyo objetivo fue elaborar el Sistema para la Administración de la Infraestructura (SAI) de la Facultad de Ingeniería de la UADY, el cual podría ser tomado como modelo para implementarlo en otras instalaciones de la UADY.

Para el cumplimiento del objetivo, primeramente se analizaron cuatro sistemas de gestión que se han aplicado en distintos países: Sistema de Administración de Infraestructura de la Ciudad de Alberta, Canadá; *BIM Planning for Facility Owners, Adopting BIM for facilities management; Solutions for managing the Sydney Opera House*; e Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales. Del análisis de estos modelos se obtuvieron los siguientes nueve indicadores: procesos para la administración de la infraestructura, toma de decisiones, estado actual de la infraestructura, planeación estratégica, usos del sistema, información de infraestructura existente, infraestructura tecnológica, personal necesario para la implementación del sistema, y recomendaciones finales; dichos indicadores fueron la base para diseñar los instrumentos para la recolección de la información.

El Segundo paso consistió en aplicar cuestionarios a sujetos de distintos niveles jerárquicos de la UADY, para obtener información de cada uno de los nueve indicadores identificados anteriormente. Lo anterior permitió establecer un diagnóstico del funcionamiento actual de la AI en la FIUADY, e identificar los requerimientos para desarrollar el SAI; así como retroalimentar los indicadores con aspectos que no se consideraron anteriormente debido a que éstos no estaban orientados específicamente a la infraestructura educativa.

Concluido el análisis de la información se procedió a definir propiamente el SAI de la FIUADY, en el cual se establecieron los procedimientos necesarios para su funcionamiento; esto mediante la elaboración de mapas de procesos utilizando la notación *Business Process Modeling Notation* (BPMN). Para el SAI se consideraron cada uno de los nueve indicadores, los cuales se agruparon en cuatro fases principales:

- Planeación: aquellos procesos orientados al diseño del sistema.
- Usos e información: procesos para determinar las prioridades de la infraestructura a administrar.
- Recursos humanos y tecnológicos: establecer los recursos necesarios para la implementación.
- Evaluación: procesos orientados a monitorear el funcionamiento del sistema.

Las conclusiones de este estudio fueron las siguientes:

- No existe de manera formal un sistema de AI en la FIUADY, actualmente se llevan acciones principalmente reactivas y correctivas, donde los problemas son detectados mediante una combinación de inspecciones visuales y reportes de fallas por parte de los usuarios.
- La toma de decisiones para la AI se encuentra limitada debido a la falta de información sobre la infraestructura y sus componentes.
- Se carece de un medio eficiente para concentrar y visualizar la información de manera conjunta, debido a que se encuentra dispersa mayormente en documentos impresos tales como planos, manuales, inventarios, garantías o facturas.
- No se comparten experiencias o puntos de vista que pudieran enriquecer el proceso de planeación o la toma de decisiones entre las coordinaciones de la administración central afines a temas de AI y las autoridades de las facultades en lo que se refiere a la planeación estratégica de la AI.
- El personal responsable de la operación y mantenimiento trabaja bajo usos y costumbres que serán difíciles de cambiar ante la necesidad de modernizar el sistema actual.
- Limitaciones en recursos financieros en el momento de planear las acciones para la administración de la infraestructura.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

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

J. Nicolás Zaragoza Grifé¹, Pastor A. Góngora Canto², José A. González Fajardo¹,
Gilberto Corona Suarez¹

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

²Alumno de posgrado Ingeniería-Construcción, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México

RESUMEN

En los proyectos de construcción interviene una gran cantidad de información. Una de las etapas donde se genera una cantidad significativa de información relevante en términos de tiempo, dinero y calidad es la etapa de ejecución. Uno de los principales retos que enfrenta la constructora, es mantener un ritmo de avance de obra, que cumpla con los objetivos del proyecto, pero sin afectar la calidad y tratando de mantener una liquidez aceptable.

El registro de avance de obra requiere de una organización precisa de los flujos de información; además, necesita definir los roles de los actores que intervienen en la generación y uso de ésta. Tradicionalmente, el proceso lo realiza el residente de obra utilizando hojas de cálculo con los números generadores del trabajo ejecutados durante la semana. Sin embargo, estas hojas de cálculo (como las de Microsoft Excel) no siempre son suficientes con respecto al tiempo que se tiene para medir, generar, revisar y autorizar los cálculos realizados. El monitoreo del avance de obra depende directamente de la cantidad de obra ejecutada semanalmente; si no se cuantifica el trabajo semanalmente, entonces el monitoreo se ve afectado ya que empiezan a faltar piezas importantes de información sobre el avance del proyecto. La información sobre las actividades del proyecto, es la base sobre la cual se toman las decisiones para un adecuado control. Si la información es incompleta, o es una simple estimación, entonces la toma de decisiones seguramente será inadecuada. El umbral de error en la toma de decisiones crece y podrían pasarse por alto algunos elementos clave que podría determinar un estado de relación costo-tiempo del proyecto desfavorable para la empresa constructora.

El objetivo de este trabajo fue explorar ese aspecto de la planeación y control con el uso de la tecnología BIM (Building Information Modeling). Un prototipo de software fue

desarrollado para monitorear el avance de una obra con su modelo BIM 5D en un nivel de desarrollo 400. El proyecto estudiado fue la construcción de un conjunto de aulas para la Facultad de Contaduría del Campus de Ciencias Sociales de la UADY. Se contó con el proyecto ejecutivo en planos en 2D realizados con AutoCAD; cabe mencionar con algunos errores e inconsistencias. Debido a que la tecnología BIM permite construir de manera virtual el edificio, se pudieron evidenciar algunos errores, colisiones y defectos que tenía el proyecto ejecutivo. El modelo BIM fue realizado en Autodesk Revit 2016.

El prototipo de software constó de dos partes. La primera permite importar un archivo en formato IFC (Industry Foundation Classes) del modelo BIM. Este formato es el estándar de intercambio entre herramientas de modelado BIM. Con esta parte se declara la estructura de desglose de los trabajos (EDT) que puede ser manual o a través de la importación de un presupuesto en software SincoWfi. A partir del modelo BIM en formato IFC la herramienta permite asociar sus elementos con sus correspondientes trabajos de EDT. Así se puede saber de antemano cuáles elementos son los que cada trabajo tiene. También se define cual es el parámetro cuantificador y sus unidades de medición; por ejemplo, si se trata de algún trabajo que se cuantifica a través de su longitud en metros, su área en m^2 o su volumen en m^3 . Después de esta asociación se hace un programa de obra basado en precedencias utilizando el software ProFin. Este paso es importante ya que permite definir las fechas para las actividades de construcción de la EDT.

La segunda parte del prototipo fue diseñada para dispositivos tipo tableta que utilicen el sistema operativo Windows. Esta parte permite al usuario seleccionar el trabajo para el cual se quiere registrar el avance. La herramienta despliega en formato tridimensional los elementos BIM asociados al trabajo seleccionado, mostrando el avance actual y lo que falta por completarse. Es en esta parte donde aprovechando que los elementos BIM ya tienen calculadas sus propiedades intrínsecas, el usuario solo selecciona uno o varios elementos BIM que ya se hayan sido iniciados o terminados asociándoles un porcentaje entre: 0%, 25%, 50%, 75% o 100%. A partir de esto la herramienta calcula las cantidades estimadas para cada elemento y por tanto para cada trabajo. La herramienta contempla algunos casos de excepción donde hay datos imposibles de determinar en la etapa de realización del modelo BIM, tales como las alturas promedio de la cimentación o de las cepas de excavación. La herramienta permite asociar esta información de forma directa al obtener en obra esta información. El registro se puede hacer cualquier día de la semana, ya que se guarda la fecha de registro del avance.

De este trabajo se concluye que la tecnología BIM y la explotación de la información de los modelos con otras herramientas de uso específico, permiten a la constructora contar con información oportuna y pertinente del avance del proyecto. Aunque existen casos de excepción ocurridos durante el desarrollo de esta investigación, el esfuerzo realizado sienta las bases para llevar a la obra la tecnología BIM y aprovechar el potencial que esta tecnología ofrece.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

PROPUESTA PARA LA DOCUMENTACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES UTILIZANDO BIM, ESCÁNER 3D Y FOTOGRAMETRÍA

Sergio O. Alvarez-Romero¹, Selene A. Audeves-Perez¹, y José A. González¹

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

RESUMEN

Desde que el hombre comenzó a construir también ha tenido la necesidad de mantener el patrimonio que construye. En épocas más recientes, el proceso de construcción es visualizado en cinco etapas: planeación, diseño, construcción, operación y disposición final; en esta visión la operación es la etapa de mayor duración y la que más contribuye al costo total de un edificio. La larga vida útil de un edificio y los costos de operación y mantenimiento del mismo hacen que sea la etapa que mayor número de recursos requiere.

Dar mantenimiento a un edificio alarga su vida útil mediante la protección y restauración de los elementos deteriorados durante su uso, ocasionado por las actividades que se realizan en el edificio o por su exposición al medio ambiente. Así mismo durante la etapa de operación el edificio sufre adecuaciones para reacondicionar o aumentar espacios.

El insumo básico de la operación y mantenimiento es la información sobre los edificios; entre ésta se encuentran los planos, especificaciones, garantías, manuales de operación, estado de los edificios y sus sistemas. El encargado del mantenimiento obtiene esta información del constructor en el paquete de información que comúnmente le es entregado junto con el edificio. Después, es labor del responsable de la operación y mantenimiento mantener organizada, actualizada y disponible esta información, pero dada la escasez de recursos, éstos generalmente se dirigen a los costos directos de la operación y al mantenimiento en sí, y no la administración de la información.

Paradójicamente, contar con información organizada y actualizada, como es común tenerla en los modelos BIM, reduce los costos de operación, dado que facilita la tarea y reduce los tiempos de espera atribuibles a entender el problema y obtener la información necesaria para poder dar el mantenimiento. La incorporación de modelos BIM para apoyar el proceso de la operación y mantenimiento no es nueva. En países donde la

tecnología BIM es usada, ya han comenzado a utilizar estos modelos para la operación y mantenimiento.

El objetivo del presente trabajo fue proponer la incorporación de modelos de información para la construcción (BIM) para la documentación de edificios existentes, así como proponer también un flujo de trabajo para mejorar la eficacia y eficiencia del proceso de levantamiento de la información del edificio.

Se evaluaron dos técnicas para el proceso de levantamiento de la información geométrica del edificio; proceso que comúnmente inhibe el uso de modelos BIM para edificios existentes debido a su costo y duración. Las técnicas evaluadas fueron la fotogrametría y el uso de un escáner 3D de bajo costo.

La fotogrametría consiste en obtener una nube de puntos referenciados tridimensionalmente a través de la triangulación de las características de los objetos capturados en dos o más fotografías; sin embargo, la triangulación sólo es posible si se conoce la posición de la cámara fotográfica con respecto al objeto, la cual se determina mediante la técnica de re-seccionamiento. El avance actual de la tecnología de la información hace posible la aplicación de estas técnicas con el uso de software y equipo de cómputo.

El escáner 3D de bajo costo es un dispositivo manual que captura en tiempo real una nube de puntos mediante la tecnología LIDAR. Una alternativa más económica es el uso de sensores de luz estructurada, luz visible, estereoscopia y sensores de movimiento combinados en un mismo dispositivo, que fue la alternativa usada en esta investigación.

Se evaluaron de manera cualitativa las dos técnicas propuestas y se compararon contra la técnica topográfica tradicional para el levantamiento de información de edificios, para contrastar las ventajas y desventajas de cada técnica. Al final fue posible proponer un flujo de trabajo para crear modelos BIM de edificios existentes, que combina las tecnologías propuestas y la técnica manual para levantar la información del edificio de una manera económica, rápida y con la precisión adecuada para los fines comunes de ésta información.

Reconocimiento

Este trabajo fue financiado por el PRODEP por medio del proyecto: El uso de BIM para documentar edificios existentes y apoyar las tareas de operación y mantenimiento de un campus universitario. Claves PRODEP 2015 103.5115/6931 y SISTPROY FING-20415-0005.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS EN EL ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Gilberto A. Corona Suárez¹, Claudia L. Arias Sánchez², y Carlos A. Osorio Sandoval²

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

²Estudiantes graduados del programa de Maestría en Ingeniería – Opción Construcción de la FIUADY.

RESUMEN

El uso de las técnicas de simulación en la construcción ha permitido experimentar con modelos computacionales las actividades de construcción para entender su comportamiento, mediante el análisis de diferentes escenarios respecto al estado de las variables implícitas en la actividad, tales como la cantidad de recursos, la duración de las ausencias de los trabajadores, el retraso en el suministro de materiales, etc. Estas técnicas, especialmente la simulación de eventos discretos, permiten estimar mediante un contexto virtual el efecto que tienen esas variables sobre el desempeño de las operaciones de construcción. Es difícil cuantificar físicamente este efecto, ya que durante la realización de estas operaciones influyen diversos factores y no es factible aislar el efecto de uno solo; por lo que no se podría determinar de manera concluyente cuál sería su efecto sobre, por ejemplo, la productividad y el tiempo de ejecución, entre otros parámetros de desempeño.

Por lo anterior, en diversos proyectos de investigación llevados a cabo por estudiantes del programa de la Maestría en Ingeniería – opción Construcción, se ha considerado pertinente el uso de la simulación de eventos discretos en el estudio de diferentes factores que afectan las actividades de construcción. Esta ponencia se refiere a la aplicación de esta técnica en dos tesis; una se dedicó a estudiar el efecto que tiene el ausentismo de los trabajadores sobre la productividad, mientras que la otra hizo lo propio pero en cuanto al efecto de la organización de las cuadrillas de trabajo. En ambos estudios se analizaron las actividades de muro, y de losa de viga y bovedilla.

Debido a que para realizar un análisis de simulación se requiere una gran cantidad de datos, se consideró pertinente obtenerlos de proyectos de construcción de vivienda masiva, ya que éstos se encuentran ampliamente disponibles en el contexto local y su naturaleza repetitiva permite la recolección de suficientes datos en el periodo disponible para las investigaciones de tesis.

En los dos estudios realizados, la construcción de los modelos de simulación utilizados incluyó los siguientes pasos:

1. Seleccionar las actividades más representativas de la construcción de vivienda.
2. Desglosar las actividades en tareas simples.
3. Recolectar datos para calcular la productividad en la ejecución de estas tareas, mediante mediciones tomadas en diferentes proyectos de vivienda.
4. Elaborar modelos de simulación de las actividades de construcción estudiadas, incluyendo sus respectivas tareas, y utilizando el software Symphony.NET.
5. Seleccionar los casos (proyectos de vivienda) que servirían tanto para validar los modelos, como para analizar el efecto de los factores estudiados.
6. Calcular las duraciones de las tareas, con base en los datos de productividad previamente recolectados y las cantidades de trabajo en los casos seleccionados.
7. Modelar las duraciones de las tareas con distribuciones de probabilidad obtenidas con base en sus respectivas duraciones.
8. Validar los modelos de simulación introduciendo las correspondientes distribuciones de probabilidad de las duraciones.
9. Incluir en los modelos las variables que incorporan el efecto de los factores.
10. Ejecutar experimentos en los modelos de simulación con el fin de analizar el efecto de los factores sobre la productividad de las actividades estudiadas.

El ausentismo de la mano de obra empleada en las actividades se modeló mediante distribuciones de probabilidad de dos variables involucradas en este factor: la duración de las ausencias y la recurrencia de las ausencias (periodos de tiempo entre una ausencia y otra). Cuatro diferentes escenarios fueron analizados: sin ausencias de oficiales ni de ayudantes, con ausencias de ayudantes solamente, con ausencias de oficiales solamente, y con ausencias de oficiales y ayudantes al mismo tiempo.

Para el análisis de la organización de las cuadrillas de trabajo, se experimentó con diferentes escenarios de composición y organización de las cuadrillas, haciendo variar el número de oficiales y de ayudantes (peones y “medias cucharas”). De esta manera se logró identificar la cuadrilla ideal para llevar a cabo las actividades, o sea, aquella con la composición que generó la estimación de productividad más alta.

Por un lado, resultó que el promedio de pérdida de productividad debida al ausentismo fue 6.95 % en el escenario con sólo peones ausentes; 9.04 %, con sólo oficiales ausentes; y 15.24 % con oficiales y peones ausentes al mismo tiempo. Por otro lado, el estudio sobre la organización de las cuadrillas arrojó que las mejores para ejecutar las actividades de muro fueron aquellas conformadas con un rango de 2 a 4 oficiales (sin ayudantes). Mientras que para el techo fueron las cuadrillas conformadas con un rango de 2 y 4 oficiales (sin ayudantes), así como las conformadas por 2 oficiales y 2 peones.

Se comprobó que la simulación de eventos discretos es una técnica efectiva para estimar cuantitativamente el efecto de factores que afectan la productividad.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ESTADO DE LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA EN MÉRIDA, YUCATÁN

José A. González-Fajardo¹, Elsa A. Baas-Cruz¹, Selene Audeves-Pérez¹; Zaragoza y Jesús N Grifé¹

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

RESUMEN

La infraestructura se considera a nivel internacional como el soporte que promueve el crecimiento económico-social y tiene una relación directa con la calidad de vida de los habitantes. Se define como una red de activos fijos, que puede ser vista como un sistema orientado a mantener indefinidamente un estándar específico de servicios a través del continuo reemplazo y rehabilitación de sus componentes.

La importancia económica de la infraestructura como motor de crecimiento económico, productividad y competitividad, es innegable. Sin embargo, el suministro adecuado de la misma en todo el mundo se encuentra en peligro actualmente por las dificultades financieras de los gobiernos. Lo anterior ha ocasionado la necesidad de desarrollar sistemas o modelos de gestión de la infraestructura para las ciudades. En algunos países se han logrado importantes avances en este tema, que se han ido consolidando en el tiempo.

El objetivo de esta investigación fue conocer el estado de la gestión de la infraestructura de Mérida, Yucatán, y hacer planteamientos para mejorarla. Un obstáculo fue el no contar con un esquema o modelo de gestión único a nivel nacional con el cual se pudiera comparar el de una determinada ciudad mexicana, que además incluyera todos los aspectos que se pueden considerar determinantes.

La metodología consistió en elaborar un *benchmarking* entre prácticas internacionales de gestión que han probado ser exitosas y que se han consolidado en el tiempo. Con base en este análisis comparativo se construyó un modelo integrador. Este modelo consistió en delinear 10 elementos pertenecientes a cinco áreas de gestión (Tabla 1).

A partir del modelo se diseñaron los instrumentos necesarios para llevar a cabo la investigación de la práctica local. Consistieron en cuestionarios con preguntas acerca de los componentes del modelo, dirigidas a funcionarios de las diferentes áreas de gestión. Se seleccionó una muestra de seis dependencias, dos del ámbito municipal y cuatro del ámbito estatal, a cuyos funcionarios se entrevistó. Las entrevistas fueron grabadas y luego se realizó con ellas un análisis crítico.

Tabla 1.- Componentes del modelo Integrador para la gestión de la infraestructura.

Componentes	Áreas de gestión
1. Administración Estratégica Organizacional	Planeación
2. Consideración de las necesidades y expectativas de los interesados	Planeación
3. Conocimiento de los Activos	Administración / Ingeniería
4. Conocimiento de la situación financiera	Finanzas
5. Proceso de toma de decisiones	Planeación / Administración
6. Administración del ciclo de vida de los activos	Ingeniería / Administración
7. Conocimiento de la normatividad	Planeación / Administración
8. Marco de Políticas de Gobierno	Planeación / Representantes Electos
9. Supervisión de la sustentabilidad y factores ambientales	Planeación / Administración
10. Evaluación	Planeación

Como resultado se observó claramente que existen avances en la gestión de la infraestructura urbana, marcada por acciones que hace algunos años no existían. Sin embargo, de acuerdo con lo investigado, todas estas acciones no se encuentran en un mismo marco; se puede afirmar que no existe una cultura para la gestión integral de la infraestructura urbana. Entre los más importantes aspectos que son enormes áreas de mejora están los siguientes: a) Contar con un modelo definido para la gestión de la infraestructura en ambos niveles de gobierno; b) Considerar en la toma de decisiones las necesidades y expectativas de la comunidad, de una manera sistemática, proactiva y conciliatoria; c) Sistematizar el registro y actualización de los activos y de sus características; d) Estandarizar los procesos en las dependencias (diagnóstico de los activos, condiciones financieras y proceso de toma de decisiones); e) Incluir todas las etapas del ciclo de vida de los activos en una gestión eficiente y eficaz; f) Realizar una planeación estratégica integral de la infraestructura urbana que trasciendan los periodos de administración municipal y estatal; y g) Proponer presupuestos en los planes con una visión de largo alcance.

Para alcanzar una verdadera gestión integral, es conveniente integrar todas las acciones que se han emprendido en un esquema basado en el modelo elaborado, en el que se tomen las buenas prácticas internacionales y también las experiencias valiosas de las dependencias gubernamentales. De esta manera los gobiernos estatales y municipales de México podrían contar con una herramienta metodológica mediante la cual conseguirían, no sólo planear de manera concreta las acciones orientadas al crecimiento, conservación y mantenimiento de la infraestructura de la ciudad, sino también elevar el nivel de servicio de la misma y optimizar los recursos destinados a ella.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

CLASIFICACIÓN MULTIESPECTRAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT-8 EN TIEMPO REAL

A. Castillo Atoche¹, O. Palma Marrufo, B. Cruz Jiménez y L. Ricalde Castellanos

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

RESUMEN

El procesamiento de imágenes multiespectrales para aplicaciones de percepción remota en tiempo real es computacionalmente muy costoso (Bernabe et al. 2013), por lo que se requiere de algoritmos altamente paralelizables implementados en plataformas de cómputo de alto desempeño como las Unidades de Procesamiento de Gráficos (GPUs, por sus siglas en inglés). Particularmente, Landsat-8 es un satélite de observación terrestre conformado por 9 bandas espectrales que van desde el espectro visible, pasando por infrarrojos, hasta radiación de bajas longitudes de ondas. La resolución espacial de las imágenes oscila entre los 15 y los 30m.

En este trabajo, se desarrolla una implementación híbrida para la clasificación de imágenes multiespectrales del satélite Landsat-8 basada en un GPU Nvidia™ Tesla C2075 y un CPU Intel Xeon E5603 con 4 núcleos. La clasificación de las imágenes se obtiene de la fusión algorítmica de dos métodos de clasificación: el Weighted Order Statistics (WOS) y el Minimum Distance to Means (MDM), usando el lenguaje de programación CUDA (Sanders y Kandrot 2010). El algoritmo WOS es considerado como una generalización del filtro de medianas, y se caracteriza por un vector de pesos $\mathbf{W} = (w_1, w_2, \dots, w_{n \times n}) \in \mathbb{N}^{n \times n}$ y un umbral $\rho \in \mathbb{N}$. El algoritmo requiere de información a priori que conforma la matriz de medias \mathbf{M} de dimensión $c \times z$, donde c es el número de firmas espectrales y z las bandas espectrales. Cada elemento $\mu_{i,j}$ de \mathbf{M} , representa la media de la i -ésima firma espectral en la j -ésima banda espectral. La regla de decisión de WOS es la siguiente: $WOS_{i,j,k} = \underset{r \in \{1,2,\dots,c\}}{\operatorname{argmin}} (|\gamma_{i,j,k} - \mu_{r,k}|)$, donde $\gamma_{i,j,k}$ es la mediana estadística del conjunto de píxeles vecinos en la k -ésima banda espectral de la imagen y $WOS_{i,j,k}$ es la etiqueta resultante del (i,j) -ésimo píxel en la k -ésima banda espectral. Por su parte, el algoritmo MDM calcula la distancia Euclidiana entre el vector de entrada $\mathbf{\Pi}_{i,j} \in \mathbb{R}^z$, conformado por los elementos $\pi_{i,j}$ del (i,j) -ésimo píxel de la imagen en la k -ésima banda

espectral, y la r -ésima fila de la matriz de medias \mathbf{M} . La regla de decisión se expresa como sigue: $MDM_{i,j} = \underset{r \in \{1,2,\dots,c\}}{\operatorname{argmin}} (\sqrt{\sum_{k=1}^z (\pi_{i,j,k} - \mu_{r,k})^2})$, donde $MDM_{i,j}$ es la etiqueta del (i,j) -ésimo pixel de la imagen.

Se analizó un caso de estudio con imágenes del territorio Mexicano en el estado de Tamaulipas. La imagen del satélite Landsat-8 fue obtenida y distribuida por U.S. Geological Survey (USGS) Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, el 19 de agosto de 2017, y tiene las siguientes características: WRS Path 026, WRS Row 042, Land Cloud Cover 9.49, Sun Elevation 63.93147794 y Sun Azimuth 116.53393187. Los resultados experimentales de la Tabla 1 demuestran que la implementación híbrida CPU/GPU logra reducir drásticamente el tiempo de procesamiento del algoritmo WOS+MDM y a su vez obtiene una alta precisión en la clasificación como se aprecia en la Figura 1, alcanzando el rendimiento requerido por un sistema en tiempo real, en el contexto de una aplicación de percepción remota con imágenes de satélite.

1 núcleo CPU Intel Xeon E5603 (100%)	21.4321
1 GPU Nvidia Tesla C2075 (100%)	2.1741
1 núcleo CPU Intel Xeon E5603 (3.63%) + 1 GPU Nvidia Tesla C2075 (96.37%)	1.9571

Tabla 1: Tiempo de procesamiento (en segundos) de WOS+MDM

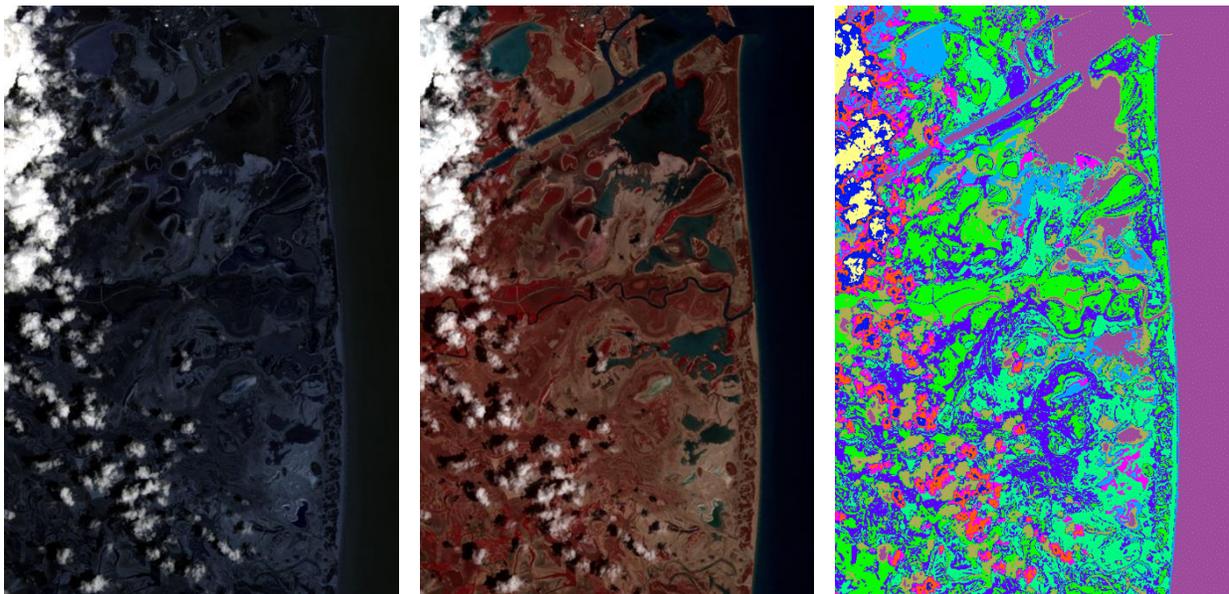


Figura 1. Resultados del procesamiento multispectral: a) Imagen conformada por bandas (1,2,3) de Landsat-8; b) Imagen conformada con bandas (5,4,3) de Landsat-8; c) clasificación WOS-MDM

Referencias

- Bernabe S., Lopez S., Plaza A., y Sarmiento R. (2013). GPU implementation of an automatic target detection and classification algorithm for hyperspectral image analysis. "IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 10(2), 221-225.
- Sanders J. y Kandrot E. (2010). "CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming", Addison-Wesley.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE POTENCIA DE ARREGLOS FOTOVOLTAICOS MEDIANTE REDES NEURONALES DE ALTO ORDEN

Luis J. Ricalde Castellanos¹, Eduardo E. Ordoñez López y Braulio J. Cruz Jiménez,
Roger Heredia-Moreno

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

RESUMEN

En este trabajo de investigación se propone la obtención de un modelo matemático para la generación de potencia de un arreglo de paneles fotovoltaicos usando redes neuronales de alto orden entrenadas mediante el filtro extendido de Kalman. Este modelo servirá para conocer la potencia que entregará el sistema dependiendo de las condiciones climáticas.

Las mediciones de potencia del arreglo de paneles fotovoltaicos provienen de una instalación doméstica ubicada en la ciudad de Mérida en Yucatán. Para esta instalación se han empleado módulos fotovoltaicos marca Solartec modelo S60PC de 250 watts. Las mediciones ambientales fueron realizadas con un equipo Davis Vantage Pro2 proporcionados por el centro meteorológico de la facultad de ingeniería de la UADY. El vector de datos meteorológicos consta de 38 filas de parámetros de los cuales para el entrenamiento de la red se eligen temperatura, humedad, velocidad del viento, presión atmosférica, radiación solar. Con el objetivo de conocer cuales datos deben de alimentar el modelo, se realizó un análisis para analizar la correlación que existe entre la potencia producida (variable dependiente) y las variables independientes de radiación solar, velocidad de viento, humedad y temperatura. La variable de radiación solar está altamente relacionada con la potencia, teniendo un coeficiente de 0.9311, así sucesivamente, los coeficientes para las otras variables son las siguientes: temperatura igual a 0.6926, humedad relativa igual a -0.6516 y velocidad de viento igual a 0.2852.

Para obtener el diseño del modelo de predicción más adecuado, se procedió a emplear varios tipos de redes neuronales. Como punto de partida se tiene el perceptrón multicapa, seguido a esto se tiene emplean las redes neuronales de alto orden entrenadas mediante el filtro de Kalman y las redes neuronales de alto orden recurrentes entrenadas mediante el filtro de Kalman. Dentro de los casos se tiene: variación en el número de neuronas de la capa oculta, variación de división de datos para entrenamiento, validación y pruebas, variación de cantidad de datos de entrada, variación de retardo en la entrada, variación del horizonte de predicción y variación de la cantidad de retardos de la entrada de

radiación solar. Se obtuvo el menor error de predicción, el cual fue 3.09×10^{-3} , empleando 15 neuronas en la capa oculta, datos de 7 días, 70% de los datos para entrenamiento, 15% para validación, 15% para pruebas, 6 retardos de la variable de radiación. Se muestra en la Figura 1 este resultado.

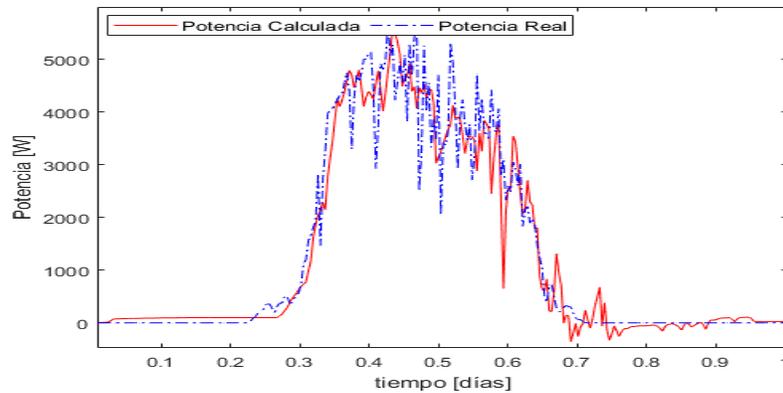


Figura 1. Detalle de predicción perceptrón multicapa.

Para las redes neuronales de alto orden recurrentes entrenadas con el filtro extendido de Kalman, se seleccionaron 6 entradas de potencia pasadas, se tienen cuatro entradas externas correspondientes al arreglo de irradiación, temperatura, humedad relativa y velocidad de viento, 15 elementos en la capa oculta, 1 neurona en la capa de salida y 200 iteraciones como máximo. se muestra en la Figura 2a el mejor resultado de esta red, el cual fue de 2.40×10^{-3} MSE, el cual corresponde a incluir únicamente las entradas de potencia, radiación y temperatura. Para el caso de entrenamiento solo a partir de variables ambientales, se tiene el menor error con valor de 3.82×10^{-3} MSE.

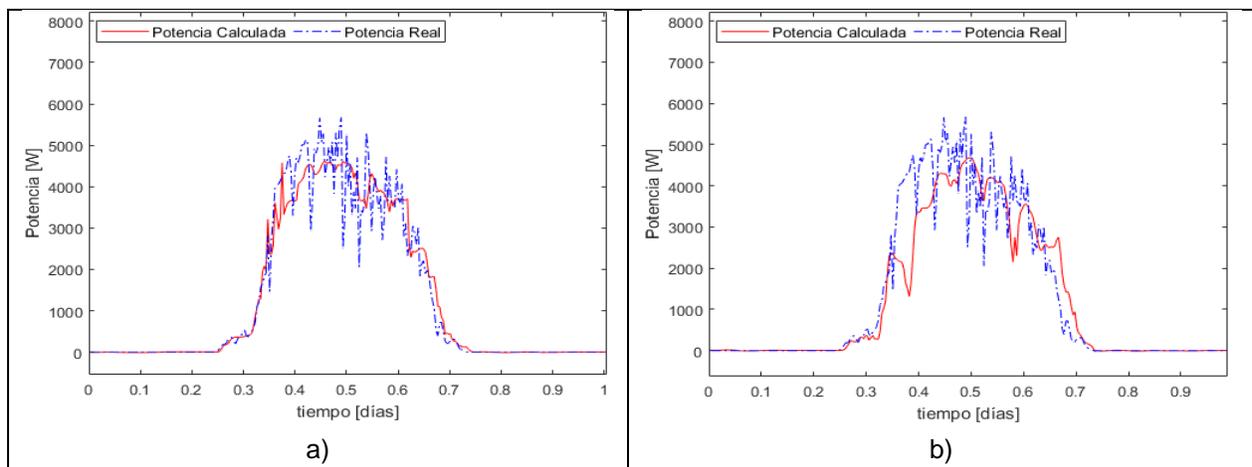


Figura 2. Resultados redes neuronales entrenadas con el filtro extendido de Kalman a) Recurrente y b) No recurrente.

El modelo neuronal de alto orden entrenado con el filtro de Kalman presenta un mejor funcionamiento al perceptrón multicapa, esto es debido al tipo de entrenamiento y entradas recurrentes. Los resultados de este trabajo exponen que es posible modelar el comportamiento de generación de potencia mediante redes neuronales artificiales, empleando mediciones meteorológicas. Las redes neuronales son una potente herramienta para encontrar relaciones fuertemente no lineales de grandes volúmenes de datos y pueden ser usadas en múltiples áreas de la ciencia.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

REPRESENTACIÓN DE LA SÍSTOLE Y DÍASTOLE MEDIANTE EL MODELO DEL AUTÓMATA HÍBRIDO

Braulio Cruz Jiménez¹, Luis Ricalde Castellanos, Ricardo Peón Escalante, Alejandro Castillo Atoche

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

RESUMEN

Los sistemas dinámicos híbridos se caracterizan por la coexistencia de dinámicas continuas y discretas. Ahora es bien conocido que existen muchos sistemas dinámicos híbridos con discontinuidades tales como impacto, conmutación, fricción y deslizamiento. El modelado matemático de sistemas dinámicos híbridos es particularmente importante para la comprensión de la dinámica no lineal de los sistemas biológicos y médicos, ya que éstos tienen muchas discontinuidades tales como el umbral de disparo en las neuronas, diferentes estados durante el ciclo cardíaco y el proceso de división en células. En este trabajo se utiliza el modelo del autómata híbrido para integrar los estados de la dinámica del ciclo cardíaco.

Hay dos estados del corazón en un ciclo de un latido cardíaco: la diástole, que es el estado de relajación, y la sístole, que es el estado de contracción. El ciclo se inicia cuando el corazón está en el estado diastólico. El marcapasos que se encuentra en la parte superior de la aurícula derecha, una de las cámaras superiores del corazón, desencadena una onda electroquímica que se propaga lentamente a lo largo del atrio. Esta onda electroquímica hace que las fibras musculares se contraigan y empuja la sangre hacia los ventrículos - las cámaras inferiores del corazón. La misma onda electroquímica se propaga luego rápidamente en los ventrículos causando que todo el ventrículo se contraiga en el estado sistólico, y bombea la sangre a los pulmones y arterias. Inmediatamente después del estado sistólico, las fibras del músculo se relajan rápidamente y devuelven el corazón al estado diastólico para completar un ciclo del latido cardíaco [1]. El modelo no lineal de segundo orden resultante está dado en (1).

$$\varepsilon \dot{x}_1 = -(x_1^3(t) + T x_1(t) + x_2(t)), \quad T > 0 \quad (1)$$

$$\dot{x}_2 = x_1(t) - x_d$$

donde $x_1(t)$ representa la longitud de la fibra muscular, $x_2(t)$ es una variable relacionada con la actividad electroquímica, ε es un parámetro pequeño constante asociado con la escala de tiempo, x_d es una cantidad escalar que representa una longitud típica de fibra muscular en el estado diastólico, y T representa la tensión en la fibra muscular.

Considere el modelo autómatas híbrido del sistema del latido cardiaco de la Figura 1 definido como:

$$H = \{X, S, \text{flujo}, E, F, \Sigma, \text{init}\} \quad (2)$$

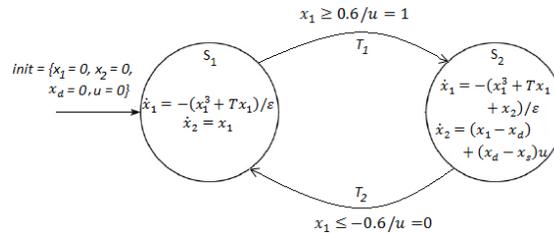


Figura 1. Autómata híbrido del latido cardiaco, en el cual el estado S1 representa la sístole y S2 la diástole.

Como se observa en la Figura 1, el nodo S1 representa el estado de sístole y el nodo S2 el estado de diástole utilizando el modelo en (2). En la Figura 2 se puede observar la gráfica del comportamiento del latido cardiaco, en la cual la curva que inicia de primero representa el comportamiento del estado sistólico, durante la cual el corazón expulsa la sangre que hay en su interior y la cual depende de la dinámica del estado S1; la segunda curva representa el comportamiento del estado diastólico que corresponde a la relajación cardiaca.

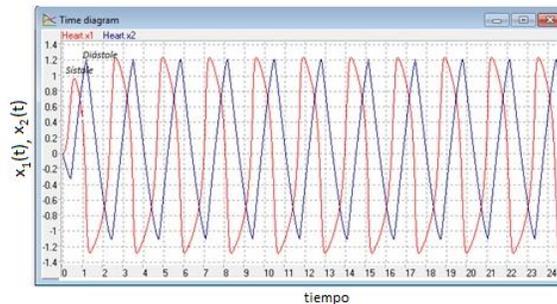


Figura 2. Comportamiento de los estados del ciclo cardiaco (S1-S2).

En este trabajo se utilizó el modelo del autómatas híbrido para la representación del funcionamiento del latido cardiaco. Los modelos de ritmo cardiaco resultantes son sistemas de fase mínima adecuados para el diseño de leyes de control de seguimiento; como trabajo a futuro estas leyes de control de seguimiento se pueden utilizar para generar señales ECG sintéticas que apoyarían la validación de manera satisfactoria de los datos ECG provenientes de dispositivos de procesamiento de señales cardiacas como los marcapasos.

5.Referencias

[1] W. Thanom, R. Loh, "Observer-Based Nonlinear Feedback Controls for Heartbeat ECG Tracking Systems". Intelligent Control and Automation, Intelligent Control & Automation. Vol. 3. Issue 3. Aug. 2012. p251.

CONTROL BASADO EN PASIVIDAD PARA UN INVERSOR FOTOVOLTAICO CON CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y OPERACIÓN NOCTURNA

César Villanueva^{1*}, Manuel Flota-Bañuelos¹, Bassam Alí¹ y Alejandro Castillo¹

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

RESUMEN

El uso de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica para instalaciones industriales, comerciales y residenciales se ha ido incrementando. Como se ilustra en la Figura 1, estos sistemas requieren convertidores de potencia para manipular la energía generada por paneles fotovoltaicos. Sin embargo, su operación depende de la presencia de la radiación solar. Además, el uso de estos convertidores ha estado limitado a inyectar potencia activa a la red sin aprovechar su potencial para el mejoramiento de la calidad de la energía. En este trabajo se presenta un esquema de control de doble lazo, mostrado en la Figura 2. Este esquema permite al convertidor dotar de la función adicional de compensar potencia reactiva a partir de una carga inductiva-resistiva para mejorar el factor de potencia independientemente de la energía convertida por el panel fotovoltaico. El desempeño del sistema, junto con el algoritmo de control propuesto, se verifica por medio de simulaciones computacionales utilizando MATLAB/Simulink.

El sistema fotovoltaico estudiado consta de un arreglo de paneles fotovoltaicos conectado en paralelo a un capacitor, éstos alimentan a un inversor, y este último se interconecta a la red eléctrica, la Fig. 1 muestra este sistema. Para controlar el sistema,

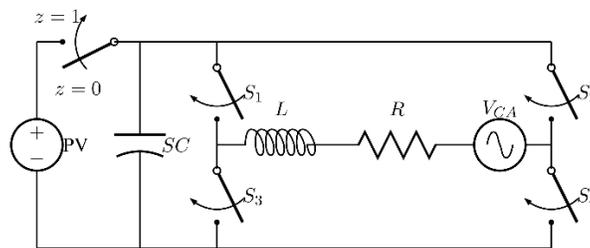


Figura 1: Sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica.

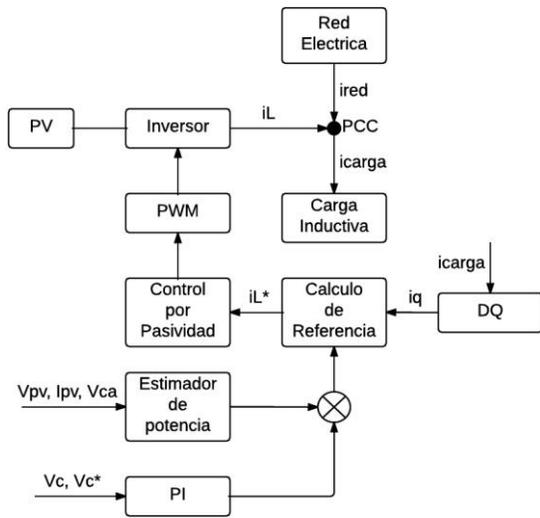


Figura 2: Esquema completo de control.

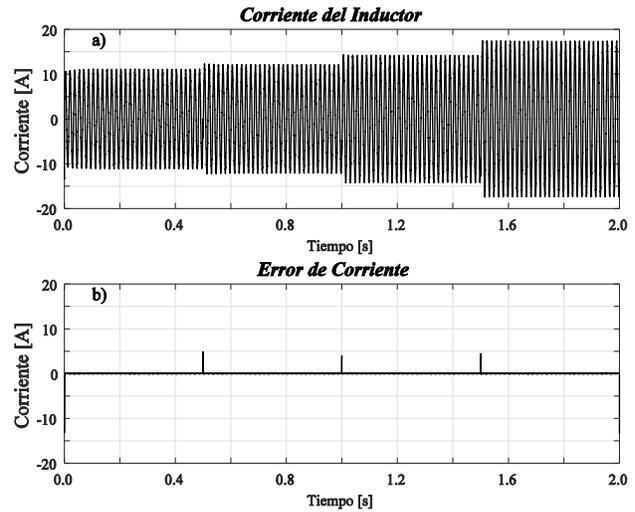
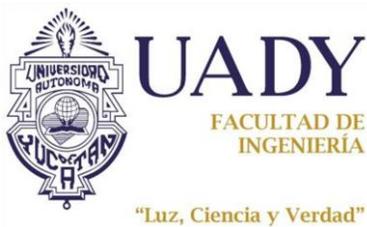


Figura 3. (a) Corriente del Inductor y (b) Error de seguimiento.

se propone un esquema de control el cual cuenta con dos modos de operación dependiendo del valor de z , que es la variable que identifica la operación con generación o sin generación. Si $z = 1$, el objetivo de control será dar seguimiento a la corriente de referencia que permita corregir el factor de potencia. Pero si $z = 0$, se tendrá adicionalmente el objetivo de mantener regulada la tensión de cd a un valor deseado. De esta manera, el esquema propuesto contiene dos lazos, uno para que la corriente de salida del inversor (i_L) tenga la forma deseada (i_L^*) y el segundo generará la referencia adecuada para que la tensión del capacitor (V_C) se mantenga en el nivel deseado (V_C^*). Para verificar el comportamiento del inversor con el controlador propuesto, se realizaron varias pruebas en simulación mediante MATLAB/Simulink®. Con el fin de apreciar los cambios en el factor de potencia, debido al cambio de carga. De la Figura 3 se puede observar que conforme disminuye el factor de potencia se incrementa la amplitud de la corriente, esto se debe a que en la prueba se mantiene una misma corriente de 10A en fase, a la que se le van añadiendo componentes en cuadratura para modificar el desfaseamiento.

Con base en los resultados obtenidos en las simulaciones, se puede concluir que el sistema bajo el esquema de control propuesto exhibe el desempeño deseado. Esto se afirma considerando que en pruebas de día y de noche el bajo factor de potencia, generado por conectar cargas lineales inductivo-resistivas, es compensando de manera que la corriente suministrada por la red eléctrica siempre está en fase con su respectiva tensión.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE PARA MODELADO Y SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Germán Giacomán Vallejos, Diego Moreno Rodríguez, Carmen Ponce Caballero, Carlos Quintal Franco, Maricela Vega De Lille, Roger Méndez Novelo

Cuerpo Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México. giacomán@correo.uady.mx

RESUMEN

Los modelos matemáticos son importantes para todas las actividades en ingeniería debido a que facilitan la demostración y evaluación de los procesos involucrados en los sistemas de interés, como es el caso de los procesos físicos, biológicos y químicos relacionados con el tratamiento de aguas residuales. La herramienta para el desarrollo de modelos y la simulación de los mismos deben estar al alcance del ingeniero, de tal forma que le permitan determinar de manera cualitativa y cuantitativa la respuesta del sistema a cambios en las variables que influyen en el proceso que desea llevar a cabo (Biegler 1997). Utilizar y dominar herramientas que le permitan crear modelos para efectuar simulaciones provee al ingeniero de competencias que le permite en el ámbito industrial o académico diseñar y proponer procesos eficientes y competitivos (Warnatz 2001). El diseño y la implementación de estas herramientas deben permitir a los usuarios tener la habilidad y la flexibilidad para que se ajusten a sus necesidades sin emplear un largo y costoso aprendizaje. Por ello, el objetivo es desarrollar una herramienta útil y versátil para el diseño y el análisis de la operación de biodigestores. El programa para la modelación está siendo implementado con herramientas del software libre y bajo las directrices de la programación orientada a objetos.

El programa está escrito en el lenguaje de programación C# y cuenta con una interface gráfica amigable, que permite emplear el motor de matemático y todas las herramientas con que cuenta open modelica (Fritzson 2004) para crear una biblioteca que permita la creación sencilla de modelos que permitan simular los procesos que ocurren en un biodigestor o en una planta de tratamiento de aguas residuales.

El modelo a implementar en el programa desarrollado es un sistema de digestión anaerobia, el cual consiste de un reactor agitado, cuenta con una entrada y salida de líquido y una salida de gas, con volumen de líquido constante y un espacio para el gas a presión atmosférica. La cinética de las reacciones bioquímicas en la fase líquida son

implementadas como ecuaciones de velocidad de reacción. Para este caso se necesitan resolver las ecuaciones diferenciales para la sección líquida y para la fracción gaseosa.

Los resultados obtenidos al simular las expresiones analíticas que describen los perfiles de concentración para la reacción isotérmica se muestran a continuación. Para ello se ha considerado una cinética tipo Michaelis-Menten y en estado semi-estacionario. El perfil de la figura 1 describe el comportamiento que tiene la concentración del gas a través del tiempo.

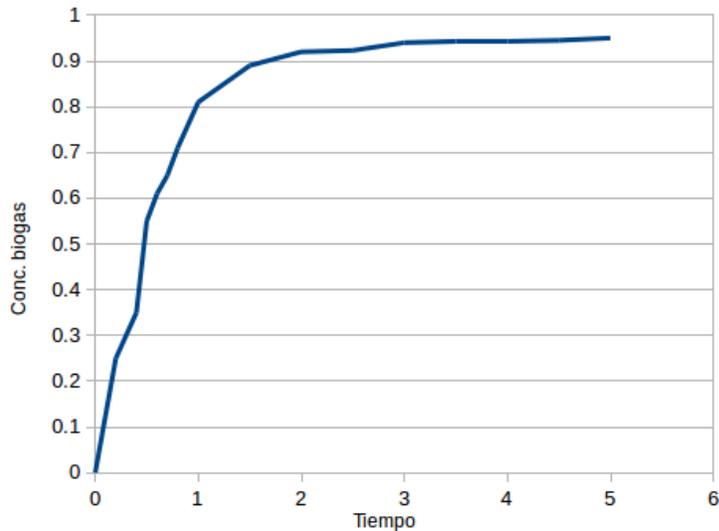


Figura 1. Cambio de la concentración del biogás con el tiempo.

El programa se encuentra en una fase temprana de desarrollo, y ya permite realizar simulaciones de degradación de materia orgánica, hacer el balance de masa y calcular la cantidad de gas generado en un biodigestor.

Referencias

Biegler, L. T.; Grossmann, I. E.; Westerberg, A. W. Systematic Methods of Chemical Process Design; Prentice Hall PTR: Upper Saddle River, NJ, 1997.
Warnatz, J.; Maas, U.; Dibble, R. W. Combustion: Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation; Springer: Berlin, 2001.
Peter Fritzson. Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1. Wiley-IEEE Press, Feb. 2004



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE ANTIBIÓTICOS EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA

Roger Méndez Novelo¹, Karina León-Aguirre¹, Avel González-Sánchez¹, Diego Moreno¹, Luis Díaz-Ballote², Emanuel Hernández-Núñez², Germán Giacomán-Vallejos¹

¹ Laboratorio de Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.
mnovelo@coreo.uady.mx

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Unidad Mérida.

RESUMEN

Una gran parte de la actividad porcícola en Yucatán se lleva a cabo en granjas pequeñas y medianas que operan con sistemas semitecnificados (Méndez *et al.*, 2009), las cuales emplean antibióticos para la prevención y el tratamiento de enfermedades, ocasionando que éstos migren al agua residual a través de las excretas. Por la falta de tratamiento adecuado de los residuos y las condiciones de la región, los antibióticos pueden migrar al agua subterránea, afectando a los organismos vivos. Por lo tanto, contar con las técnicas apropiadas para la detección y cuantificación de antibióticos es importante, por la complejidad de las moléculas y de las matrices ambientales, de ahí que, la cromatografía líquida es la opción más adecuada, en conjunto con otras técnicas más rápidas y con menor generación de residuos.

En México son pocos los trabajos que se han hecho en cuanto a la detección y tratamiento de antibióticos. Las opciones de tratamiento para la remoción de antibióticos del agua residual incluyen técnicas poco viables para su instalación en las granjas en Yucatán. Entonces, un sistema como los humedales construidos sería lo más adecuado, debido a que funcionan por la combinación de vegetación, suelo y microorganismos asociados (Carvalho *et al.*, 2013). Por eso el objetivo de este trabajo se ha convertido en la detección de los antibióticos en el agua residual de las granjas porcícolas, de tal manera que el tipo de compuestos encontrados y su concentración, permitan coadyuvar en la selección de las variables para la implementación de un sistema de humedales construidos a escala.

Se realizaron muestreos de agua residual, del cárcamo donde se conjunta el agua de lavado de los corrales de cuatro granjas porcícolas cercanas a la ciudad de Mérida, Yucatán. Utilizando espectrofotometría de fluorescencia se logró la detección de 3

antibióticos: enrofloxacin, oxitetraciclina y sulfametoxazol, utilizando como blanco solución etanol/agua 50%, las lecturas se realizaron en una celda de poliestireno en un equipo Lumina Fluorescence Spectrometer, marca Thermo Scientific en las condiciones de longitud de onda adecuadas para cada compuesto. La voltamperometría cíclica se utilizó para la detección de penicilina G sódica, utilizando un sistema conformado por un electrodo de trabajo de diamante dopado de boro, un electrodo auxiliar de grafito y un electrodo de referencia de plata/cloruro de plata, con ayuda del software Gamry Framework-Echem Analyst. Ambas técnicas fueron desarrolladas en colaboración con el Laboratorio de nano y biomateriales y el Laboratorio de electroquímica del CINVESTAV, Unidad Mérida.

Las concentraciones de los cuatro antibióticos detectados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones de antibióticos presentes en el agua residual de la granja porcícola.

Fármaco/Granja	Granja A	Granja B	Granja C	Granja D
Oxitetraciclina	1.337 mg/L	0.532 mg/L	0.725 mg/L	0.799 mg/L
Sulfametoxazol	3.966 mg/L	12.778 mg/L	14.174 mg/L	0.265 mg/L
Enrofloxacin	0.186 mg/L	0.043 mg/L	0.033 mg/L	0.388 mg/L
Penicilina G	0.4958 mM	2.7911 mM	No detectado	0.1514 mM

Las concentraciones detectadas de antibióticos en el agua residual de las granjas son mayores a las comúnmente encontradas en agua residual domiciliaria en el intervalo de µg/L o ng/L, debido al continuo consumo por los cerdos de estos antibióticos, a la alta generación de excretas, así como, a la menor dilución que tiene el agua residual porcícola y de lograr migrar a los cuerpos de agua, la presencia de estos compuestos en el ambiente puede influenciar en la resistencia a los antibióticos en las infecciones de la población humana (Escher *et al.*, 2011).

Las técnicas de detección desarrolladas permitirán tomar una mejor decisión sobre la selección de las variables en el sistema de humedales construidos y evaluar las eficiencias de remoción.

Referencias

- Méndez, R., Castillo, E., Vázquez, E., Briceño, O., Coronado, V., Pat, R., & Garrido, P. (2009). Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería*, 13(2), 13-21.
- Escher, B., Baumgartner, R., Koller, M., Treyer, K., Lienert, J., & McArdell, C. (2011). Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospitals wastewater. *Water Research*, 45, 75-92.
- Carvalho, P., Araújo, J., Mucha, A., Basto, M., & Almeida, C. (2013). Potential of constructed wetlands microcosms for the removal of veterinary pharmaceuticals from livestock wastewater. *Bioresource Technology*, 134, 412-416.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, INÓCULO Y CONCENTRACION EN LA DEGRADACIÓN DE FENANTRENO EN AGUA DE MAR UTILIZANDO UN REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO

Carlos Quintal Franco¹, Octavio Poot Cobá¹, Alexandra López Padilla¹, Carmen Ponce Caballero¹, Germán Giacomán Vallejos¹, Iván Moreno Andrade², Virgilio Góngora Echeverría¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Ave. Industrias no contaminantes por periférico norte, Mérida, Yucatán; carlos.quintal@correo.uady.mx

²Laboratorio para la investigación de procesos avanzados para el tratamiento de agua; Instituto de Ingeniería, Unidad Académica de Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro, Querétaro.

RESUMEN

El fenantreno pertenece a uno de los 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), considerados contaminantes prioritarios por sus efectos mutagénicos, carcinogénicos y tóxicos y es uno de los compuestos ampliamente utilizados en la industria por lo que su eliminación del ambiente resulta muy importante. Para la degradación del fenantreno se utilizan procesos biológicos debido al rápido crecimiento de los microorganismos y su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar la degradación del fenantreno y el crecimiento microbiano utilizando un reactor de lecho fluidizado con carbón activado como soporte del consorcio de bacterias que fue previamente aislado y adaptado el fenantreno. El monitoreo del reactor fue considerado dos etapas: la primera en la que se evaluó el efecto de las condiciones de operación (agua de mar estéril y no estéril con y sin inóculo añadido) sobre una única concentración de fenantreno (112 mg/L) y un flujo de aire de 1.5 L/min; la segunda etapa consistió en evaluar el efecto de las variaciones de las concentraciones de fenantreno (60, 200 y 600 mg/L) sobre la degradación del compuesto y el crecimiento del consorcio de microorganismos, en todos los casos se utilizó un flujo de aire de 2 L/min. Cada una de las condiciones en ambas etapas fue monitoreada por 16 días.

Los resultados mostraron que para la primera etapa se obtuvo la mejor remoción de fenantreno cuando se añadió inóculo (62.5-69.5%); el mejor crecimiento de la población del inóculo se observó cuando se utilizó agua de mar estéril. En la segunda etapa la concentración óptima para la degradación de fenantreno fue de 200 mg/L. El análisis estadístico de los resultados demostró que las condiciones de operación y la

concentración fueron factores significativos sobre la degradación del fenantreno y sobre el crecimiento del consorcio.

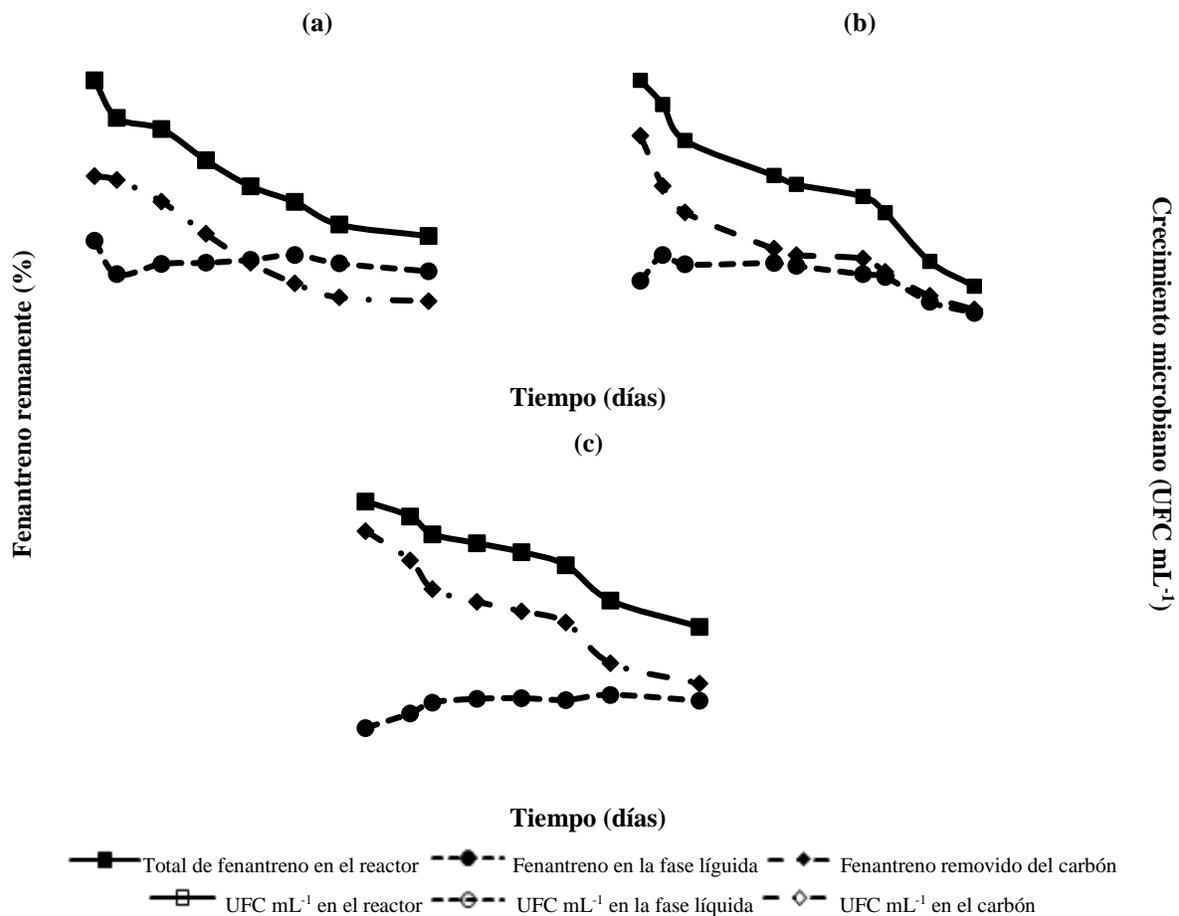


Figura 1. Cinética de degradación de fenantreno y cinética de crecimiento de microorganismos en diferentes reactores. (a) 60 mg L⁻¹; (b) 200 mg L⁻¹; (c) 600 mg L⁻¹

Las principales conclusiones de este trabajo son que: 1) La degradación de fenantreno en reactores de lecho fluidificado utilizando carbón activado como material de soporte y agua de mar resulta afectada por las condiciones de operación del reactor; siendo el inóculo el parámetro más significativo de las condiciones probadas; 2) Para una concentración constante de fenantreno (112 mg L⁻¹) la máxima degradación de fenantreno se obtuvo cuando el reactor fue operado con condiciones de agua de mar estéril y la presencia del inóculo; 3. La variación en la concentración de fenantreno demostró ser significativo en el porcentaje de eliminación del este compuesto y el crecimiento del inóculo, la concentración óptima fue de 200 mg L⁻¹ con un 74.4% de eficiencia en la remoción; 4. La volatilización del fenantreno es mínima aun cuando se incrementen las condiciones de aireación en el reactor; 5. Los reactores de lecho fluidificado empleando carbón activado como material de soporte y un consorcio de bacterias para la remoción de fenantreno pueden ser utilizados como una alternativa para el tratamiento de este compuesto.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

EFFECTO DE LA PENDIENTE EN EL FLUJO DE AGUA A PROFUNDIDAD EN UN CANAL DE LABORATORIO

Rafael Casares Salazar, Saúl A. Chan Zurita

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

RESUMEN

En el diseño de canales recreativos -entendidos estos como estanques alargados de dimensiones y anchos variables-, de uso cada vez más común en desarrollos turísticos, el agua se puede entregar en un extremo y retirar en el opuesto para generar movimiento y recambio. El problema de investigación radica en conocer si el fondo del canal requiere una pendiente para que fluya toda la columna de agua hacia el o los sitios de salida, ya que si ésta pendiente no fuese necesaria se simplificaría en gran medida la metodología de diseño, así como los costos de la obra.

Atendiendo a la hipótesis de que la pendiente del fondo del canal puede ser un factor de importancia para el flujo de toda la columna de agua, se realizó una serie de experimentos en el canal de pendiente variable del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UADY. Fueron en total 9 experimentos: uno con pendiente cero, tres con pendiente a favor del flujo (hasta el 1.5 %) y cinco con pendiente a contraflujo (hasta el 2.5 %). En cada experimento se estableció un flujo manteniendo los números de Reynolds y de Froude semejantes a los de un canal diseñado para construir en la realidad con fines recreativos (flujo en transición con régimen subcrítico). Se liberó un trazador (colorante azul para peceras) en toda la columna de agua desde el fondo hasta la superficie libre, y se filmó el comportamiento de la tinta para observar el movimiento de las capas de flujo con la profundidad.

El canal, que es de vidrio y permite ver el trazador a través de las paredes, opera con una bomba centrífuga que deposita el agua en un extremo. Esta agua fluye por el canal y sale en el extremo opuesto, que está regulado por una compuerta, para caer en un estanque que cuenta con un vertedor triangular con el que se mide el gasto; enseguida el agua se recircula con la bomba para ser entregada continuamente al canal. En cada experimento se midió el gradiente hidráulico, se calculó la velocidad promedio del flujo en toda la columna de agua, y se midieron las velocidades a diversas profundidades, observándose el fenómeno de la capa límite en el fondo (velocidades muy bajas o cercanas a cero). Además, se observó que el flujo no es uniforme al ser diferentes la pendiente del canal y de la superficie libre del agua. En todos los experimentos se

observó que la tinta se desplazó en toda la columna de agua, por lo que para las condiciones planteadas se concluye que no se requiere una pendiente del fondo del canal para que la columna de agua fluya hacia el sitio de salida, lo que supone grandes ventajas en la metodología de diseño y ahorros en los costos de construcción de canales recreativos.

Lo anterior se atribuye a que el flujo de agua en estas condiciones está gobernado por las ecuaciones de Navier-Stokes (que son la base de la Mecánica de Fluidos), en el caso particular en una dimensión (Ecuación 1). Se deduce matemáticamente que la fuerza debida al gradiente barotrópico de presión (que se refleja con el gradiente hidráulico, que es el cambio en el nivel de agua entre la longitud del canal) está en balance con la fuerza debida a la adición de momentum (debido al aporte de agua con el bombeo) menos la fricción del fondo (Ecuación 2). En cambio, la ecuación de Manning (desarrollada empíricamente y usada mundialmente para el diseño de canales) sí depende de la pendiente del fondo del canal para que fluya el agua a gravedad en flujo uniforme (Ecuación 3), donde el tirante es constante en todas las secciones del canal.

Ecuación de Navier-Stokes en una dimensión (los términos representan fuerzas por unidad de volumen):

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} \right) = - \frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) - \frac{\tau_{bx}}{y} + M_x \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde ρ representa la densidad del agua, u es la velocidad del agua en la dirección x longitudinal al canal, t es el tiempo, P es la presión, μ es la viscosidad dinámica, τ_{bx} es el esfuerzo cortante de fondo, y es el tirante de agua y M_x representa los aportes o extracciones externas de momentum.

Ecuación de Navier-Stokes en una dimensión simplificada para el caso de estudio, despreciando las fuerzas viscosas:

$$\frac{\partial P}{\partial x} = M_x - \frac{\tau_{bx}}{y} \quad \text{Ecuación 2}$$

Ecuación de Manning en el sistema internacional:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde V es la velocidad del agua en el canal, n es el coeficiente de fricción de Manning, R es el radio hidráulico y S es la pendiente del canal (igual a la pendiente de la superficie libre del agua en flujo uniforme).

Como trabajo a futuro se pretende repetir los experimentos anteriores adaptando un vertedor (en vez de la compuerta) en el extremo de salida del canal de laboratorio, para ampliar el entendimiento del comportamiento del flujo a profundidad.

Se extiende un agradecimiento a los ingenieros Juan Vázquez Montalvo e Iván Pérez Sansores por las facilidades prestadas en el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UADY.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19–20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

PREDICCIONES DE SERIES DE TIEMPO CON GENERICPRED

Francisco Peñuñuri, Osvaldo Carvente, César Acosta, Miguel A. Zambrano-Arjona

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

RESUMEN

GenericPred es un método reciente de predicciones de series de tiempo. La idea central de la metodología predictiva, es la existencia de una medida no lineal que caracteriza a la serie bajo estudio. En este trabajo se presenta una implementación de GenericPred usando al exponente de Lyapunov como medida no lineal.

Con frecuencia, el análisis de las series de tiempo se emplea para estudiar sistemas complejos para los cuales una descripción desde primeros principios es difícil, por no decir imposible. La predicción de series de tiempo ha sido objeto de muchas investigaciones. Recientemente, la predicción de series de tiempo se ha usado para diagnóstico temprano de enfermedades, predicciones financieras, predicción de ataques epilépticos, entre otros. A pesar de los grandes esfuerzos de muchos investigadores, la mayoría de los métodos disponibles pueden predecir satisfactoriamente, solo unos cuantos valores de la serie. Por tal motivo llama la atención GenericPred, un método introducido en (Golestani y Gras 2014), el cual logra predicciones de largo plazo. En este trabajo se implementa GenericPred, se prueba para predecir valores del Dow Jones Industrial Average (DJIA) y se aplica para predecir el número de casos de dengue en México.

La idea central de GenericPred es el uso de una medida no lineal que caracteriza a la serie. Por ejemplo, el exponente de Lyapunov no cambia considerablemente para dos conjuntos de valores $X_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ y $X_{n+1} = \{x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}\}$ de una misma serie caótica. Así pues, podemos usar este hecho para predecir posibles valores de una serie. De un conjunto de posibles valores, seleccionamos aquel valor consistente con el exponente de Lyapunov de la serie previa a su predicción. La figura (1.a) muestra 15 posibles predicciones de nuestra implementación para el DJIA desde septiembre de 1993 a septiembre de 2001. De esas 15 predicciones se debe extraer una, usando algún criterio de selección. Por ejemplo, extrayendo la predicción más cercana (en el sentido de la norma euclidiana en un espacio de Hilbert) al promedio de las 15 predicciones mencionadas, se obtiene la predicción de la figura (1.b).

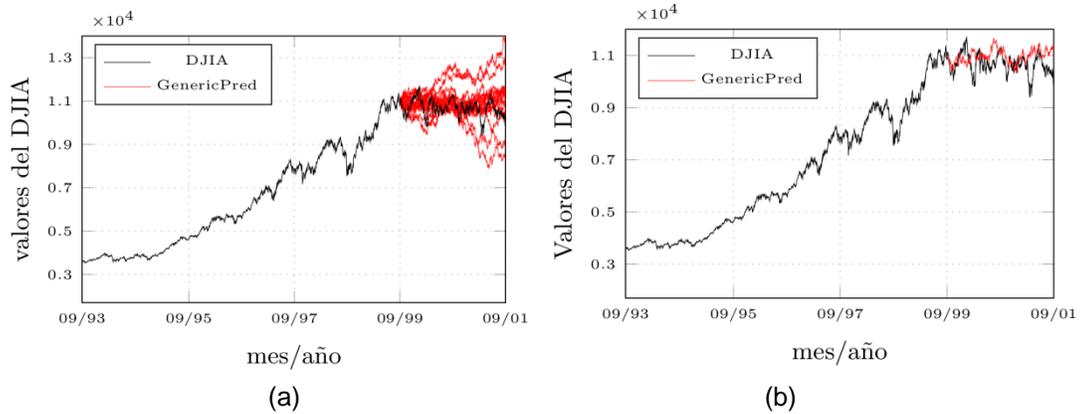


Figura 1. Predicciones de los valores del DJIA.

Resulta interesante aplicar la metodología descrita para predecir la posibilidad de eventos epidemiológicos, como el número de casos de dengue. La figura 2 muestra el número de casos confirmados de dengue por semana en nuestro país. Los datos empiezan con la primera semana epidemiológica de 2008 y terminan en la onceava semana de 2016. Hay un total de 427 datos y se predicen 52, lo que correspondería a un año.

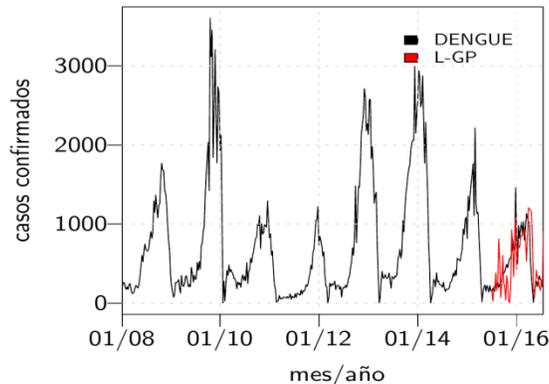


Figura 2. Casos confirmados de dengue en México (2008-2016).

Se observa que las predicciones son bastante acertadas, pero aún faltan muchos estudios, por ejemplo, un análisis estadístico de la veracidad de las predicciones, antes de asegurar la eficacia de GenericPred.

Referencias

Golestani A., Gras R. (2014). Can We Predict the Unpredictable? Nature: Scientific reports, 4:71-88.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

TRANSICIÓN ESTRUCTURAL DE FASE DE PRIMER ORDEN EN LA CRISTALIZACIÓN GRANULAR

Oswaldo Carvente-Muñoz¹, Francisco R. Peñuñuri-Angiano¹, Miguel A. Zambrano-Arjona¹

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

RESUMEN

Por experiencia sabemos que al sacudir ligeramente el recipiente que contiene algún tipo de granos, como por ejemplo azúcar, observaremos una disminución del volumen ocupado (los granos se compactan). Un análisis detallado de las posiciones mostrará que los granos en realidad están aleatoriamente distribuidos (como los átomos en estado vítreo). Consideremos ahora, en lugar de granos, esferas metálicas del mismo tamaño dentro de un contenedor de dimensiones adecuadas, y en vez de ligeras sacudidas aplicamos vibraciones siguiendo un protocolo controlado, bajo ciertas condiciones tendremos un resultado sorprendente: las esferas se auto-organizan y la distribución de sus posiciones finales corresponde a la distribución de posiciones de los átomos en una red cristalina, es decir, las esferas se ordenan formando una red cristalina. Resulta aún más sorprendente la física detrás de éste fenómeno, conocido en la literatura científica como cristalización granular por medio de recocido vibracional (Carvente *et al.*, 2012, 2016).

Con el propósito de investigar la dinámica de la cristalización granular empleamos simulaciones computacionales de dinámica molecular (MDS). Un código computacional propio (2000 líneas de programación en lenguaje Fortran) nos permite reproducir los resultados experimentales, y determinar la evolución dinámica de propiedades que caracterizan el proceso de cristalización. Los resultados numéricos muestran que durante la auto-organización la temperatura granular y el factor de empaquetamiento sufren una inversión (ver figuras 1(c,f) y 2(a,b)), lo que da lugar a la aparición de puntos isobélicos (puntos isotérmico e isodenso). Más aún, definiendo al número máximo de coordinación como el parámetro de orden de la transición desorden-orden, se observa que dicho número comienza a crecer justo en el sistema transita por el punto isotérmico (ver figura 2c), además, es posible establecer que la cristalización granular puede describirse como una transición estructural de fase de primer orden (ver recuadro interior en la figura 2c).

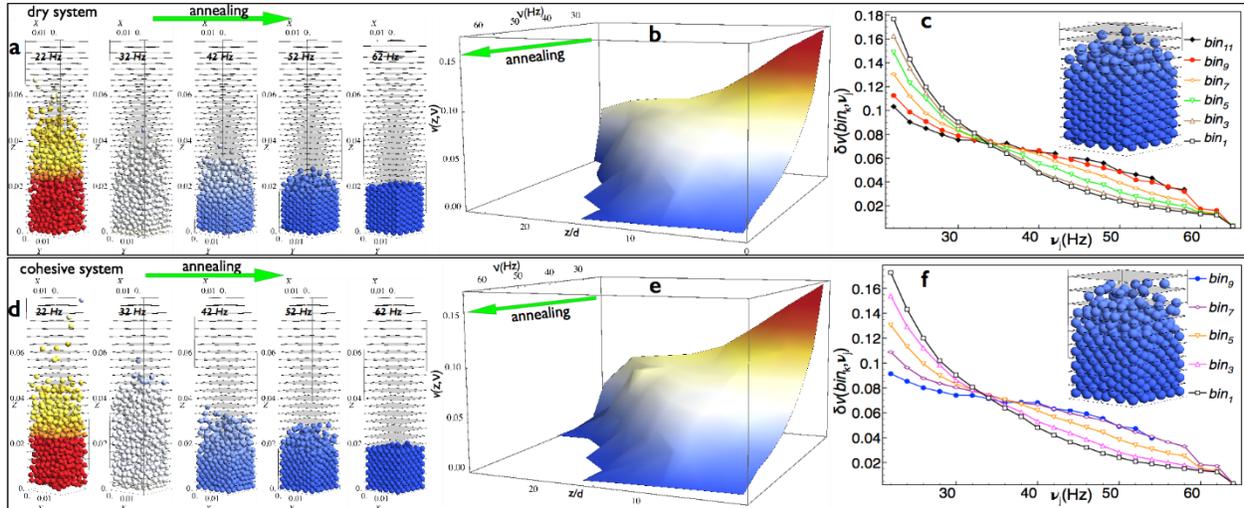


Figura 1. Transición estructural de fase de los sistemas secos y cohesivos (a,d) por medio del recocido vibracional (annealing), respectivamente. La temperatura granular, definida como el promedio de la fluctuación de las velocidades instantáneas (b,e), a los largo del proceso de cristalización. Durante el proceso de cristalización el gradiente de temperatura cambia de dirección, es decir, hay una inversión de la temperatura granular (c,f).

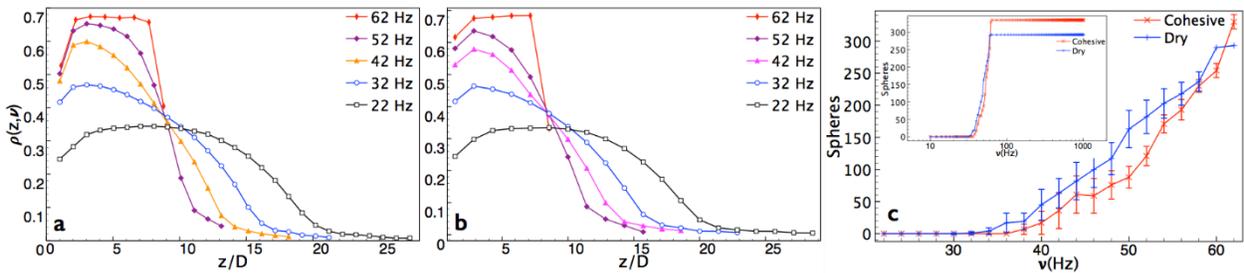


Figura 2. Perfiles de la fracción de empaquetamiento durante el proceso de cristalización, tanto para los sistemas cohesivos y secos (a,b), respectivamente. Se observa que existe una pequeña región, situada en las cercanías de la altura final de los cristales granulares, donde la fracción de empaquetamiento es independiente de las condiciones de vibración. Evolución a lo largo del proceso de recocido del valor máximo del número de coordinación (c), en la figura interior se aprecia un cambio abrupto, lo que sugiere una transición estructural de fase de primer orden.

Reconocimientos

Este trabajo fue financiado por CONACYT, y forma parte del proyecto de investigación de ciencia básica 168281.

Referencias

- Carvente O., Peraza Mues, G.G., Salazar, J.M. and Ruiz-Suárez, J. C. (2012). Self-assembly of non-Brownian magnetized spheres. "Granular Matter." 14, 303-308.
- Carvente O., Salazar, J.M., Peñuñuri, F.R., and Ruiz-Suárez, J. C. (2016). Dynamic self-assembly of non-Brownian spheres studied by molecular dynamics simulations. "Phys. Rev. E." 93, 020902-020907.



XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL ESCALAMIENTO DE CELDAS SOLARES DE PELÍCULAS DELGADAS

Inés Riech¹, Marco A. Koh¹, Victor Rejón², Milenis Acosta¹, José Méndez¹

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

²Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV, Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN

En la actualidad, a pesar de la gran variedad de investigaciones que se realizan en el campo de las tecnologías fotovoltaicas, pocas han llegado a la madurez suficiente para alcanzar la fase industrial con éxito y llevarla al mercado fotovoltaico. Esto se debe entre otros factores a que existe una brecha importante entre las eficiencias de las celdas solares a nivel de laboratorio y las eficiencias de sus respectivos módulos. En el caso del silicio, por ejemplo, la eficiencia récord de la celda de laboratorio Si-monocristalino es de 26.7 % y la de los módulos oscila entre 12 y 17%. Los mismos datos para la tecnología de películas delgadas de CdTe, son 21% para las celdas y entre 9 y 16% para los módulos (Philipps 2017). Ocurre que algunos pasos tecnológicos que contribuyen a mejorar la eficiencia de las celdas no tienen el mismo impacto en la eficiencia de los módulos fotovoltaicos. Por tanto, es importante para el escalamiento de las tecnologías fotovoltaicas, contar con metodologías para la identificación de las pérdidas en los módulos, las cuales no son necesariamente las mismas que en la celda solar. Estas pérdidas están relacionadas con problemas ópticos, eléctricos y resistivos y es importante separar estas contribuciones para poder analizarlas y minimizarlas cuando sea posible.

Este trabajo se centra en el análisis de los mecanismos de pérdida en minimódulos fotovoltaicos de CdTe/CdS. Se estudiaron 4 minimódulos de 5 x 5 cm² fabricados en el Laboratorio de Física Aplicada del CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, cada uno de ellos con cinco celdas interconectadas monolíticamente por medio de un rayado híbrido (rayado mecánico y rayado laser) y con eficiencias hasta 5% (ver Figura 1a). En cada caso se delimitaron celdas de área pequeña para analizar el comportamiento a diferentes escalas. Las eficiencias de estas celdas individuales variaban hasta un valor máximo de 9.5%. Para el análisis se utilizaron tres técnicas de caracterización: 1) Corriente-voltaje, realizada con el Simulador Solar marca Oriel, modelo 94042, 2) Electroluminiscencia (EL)

utilizando una cámara infrarroja (con CCD D/ELECTROM PCO Imaging y 3) Corriente inducida por láser (LBIC) llevada a cabo con un láser de 691 nm y 40 mW de potencia.

Los factores de pérdida identificados fueron los siguientes:

- Alta resistencia en serie

Se evidenció que este comportamiento es causado por a) alta resistencia laminar del contacto trasero de Cu/Mo observado en las imágenes de EL. Este problema, aunque está presente como mecanismo de pérdida en celdas individuales, su contribución no es muy alta debido el tamaño de los dispositivos, en cambio cuando el área se hace 10 veces mayor, este parámetro aumenta significativamente, disminuyendo la eficiencia del módulo. En la Figura 1b) y 1c) se muestra la comparación de dos minimódulos en los que este mecanismo se manifiesta de forma diferente.

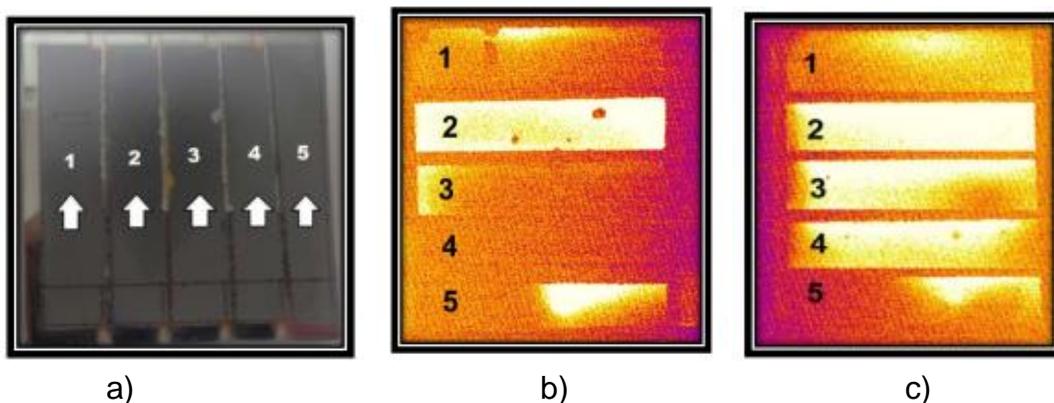


Fig. 1 a) Minimódulo con celdas separadas de área pequeña y celdas de área grande. b) Imágen de EL para módulo con alta resistencia laminar en el contacto trasero c) Imágen de EL para módulo con baja resistencia laminar.

- Inhomogeneidades en el depósito de las capas en los módulos

Las imágenes de EL y LBIC mostraron zonas oscuras asociadas a “pinholes” en el CdS que constituyen zonas eléctricamente débiles. Estos llamados diodos débiles formados por el CdTe y el TCO afectan el Voc de los módulos.

- Presencia de defectos en la estructura

Se realizaron estudios de LBIC con los módulos polarizados en directa lo cual brinda información acerca de los centros de recombinación causados por defectos o impurezas en la estructura. El módulo estudiado se polarizó desde - 0.2 V a 2.2 V y se analizó la evolución de estos defectos. Se observaron además problemas de borde en algunas muestras, lo que ocasiona pérdidas ópticas.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz. Ciencia v Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

ELECTRODOS DE ZnO:Al/Ag/ZnO:Al PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES EVALUADOS UTILIZANDO UNA FIGURA DE MÉRITO DE DENSIDAD DE FLUJO FOTÓNICO

José Méndez-Gamboa, Milenis Acosta-Díaz, Inés Riech-Méndez, Ignacio Pérez-Quintana

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

RESUMEN

Con el desarrollo de los dispositivos optoelectrónicos, los óxidos conductores transparentes (TCO) se han vuelto más atractivos. Tradicionalmente se ha utilizado como TCO el óxido de estaño-indio (ITO), sin embargo, el indio es un elemento muy escaso y de alto costo de producción. Una alternativa al ITO es el óxido de zinc, el cual es dopado comúnmente con distintos metales. El óxido de zinc dopado con aluminio ZnO:Al (AZO) es una alternativa promisoría, este material no es tóxico, es de bajo costo y amigable al ambiente (Guillén and Herrero 2016; Casari 2012).

La figura de mérito utilizada comúnmente para comparar el desempeño de TCOs es la figura de mérito de Haacke (Haacke 1976), definida como:

$$F_{TCO} = \frac{T^{10}}{R_{sh}} \quad (1)$$

donde T es la transmisión óptica a 500 nm y R_{sh} es la resistencia laminar. La elección del valor de la transmisión óptica a 500 nm, es importante al ser en este valor el máximo de intensidad en el espectro solar, sin embargo, el uso de un solo valor no es representativo de toda la capacidad de la película de transmitir fotones. Méndez-Gamboa et al (Méndez-Gamboa et al. 2016) proponen el uso del espectro de flujo fotónico AM1.5g para obtener la máxima densidad de fotocorriente $(J_{PH})_{max}$ para un TCO en particular, esta figura de mérito se define como:

$$\Theta_{PH} = \frac{(J_{PH})_{max}}{R_{sh}} = \frac{1}{R_{sh}} e \int_{E_g}^{E_{TCO}} \frac{I_s(h\nu)T(h\nu)}{h\nu} d(h\nu) \quad (2)$$

donde $(J_{PH})_{max}$ se obtiene en el rango del espectro solar que va del gap de energía del material absorbedor (E_g) al del TCO (E_{TCO}) utilizado como contacto frontal en la celda solar.

En el presente trabajo comparamos ambas figuras de mérito para AZO/Ag/AZO como TCO y CdTe y P3HT:PCBM como materiales absorbedores en celdas solares. Las

multicapas fueron crecidas sobre sustratos de vidrio Corning 2947 a temperatura ambiente mediante la técnica de RF magnetron sputtering. Las capas de AZO se crecieron utilizando un blanco de ZnO:2% a Al₂O₃ y 100 W de potencia de radiofrecuencia. Para las capas de Ag se utilizó 50 W de RF. Todas las películas se crecieron a 1.33 Pa de argón, tanto la capa inferior como la superior de AZO fueron de 20 nm de espesor y los espesores de plata variaron de 2 a 15 nm. Los espesores de las películas se determinaron utilizando un sistema Thin Film Analyzer. La morfología de las películas se examinó utilizando un microscopio nanosurf de fuerza atómica (AFM). El espectro de transmitancia se obtuvo con un espectrofotómetro Agilent 8453 UV-Vis. Resistividad, concentración de portadores y movilidad se midieron con un sistema de medición de Van der Pauw Ecopia HMS-5000 a 300K.

En la figura 1 se comparan los valores obtenidos de ambas figuras de mérito. En el caso de CdTe, el mejor TCO es el de 7 nm de Ag con valores de $\Theta_{PH} = 4 \text{ mA cm}^{-2} \Omega^{-1}$, y para el P3HT:PCBM el mejor resultado se obtiene para 9 nm de Ag con $\Theta_{PH} = 2.3 \text{ mA cm}^{-2} \Omega^{-1}$. El espesor de Ag óptimo para obtener el mejor TCO en el caso de P3HT:PCBM coincide para ambas figuras de mérito.

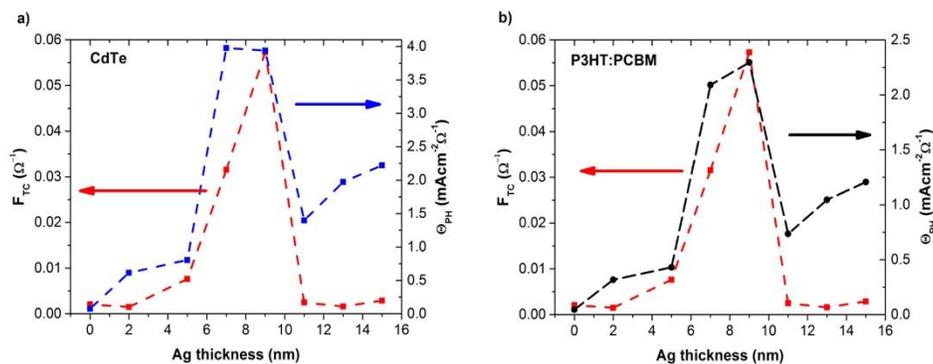


Figura 1. Comparación de las figuras de mérito de Haacke y la que considera la densidad de flujo fotónico para TCOs en celdas solares de: a) CdTe y b) P3HT:PCBM.

Referencias

- Casari, P Gondoni and M Ghidelli and F Di Fonzo and M Carminati and V Russo and A Li Bassi and C S. 2012. "Structure-Dependent Optical and Electrical Transport Properties of Nanostructured Al-Doped ZnO." *Nanotechnology* 23 (36): 365706. <http://stacks.iop.org/0957-4484/23/i=36/a=365706>.
- Guillén, C, and J Herrero. 2016. "Structural and Plasmonic Characteristics of Sputtered SnO₂:Sb and ZnO:Al Thin Films as a Function of Their Thickness." *Journal of Materials Science* 51 (15): 7276–85. doi:10.1007/s10853-016-0010-9.
- Haacke, G. 1976. "New Figure of Merit for Transparent Conductors." *Journal of Applied Physics* 47 (9). American Institute of Physics: 4086–89. doi:10.1063/1.323240.
- Mendez-Gamboa, J A, R Castro-Rodriguez, I V Perez-Quintana, R A Medina-Esquivel, and A Martel-Arbelo. 2016. "A Figure of Merit to Evaluate Transparent Conductor Oxides for Solar Cells Using Photonic Flux Density." *Thin Solid Films* 599: 14–18. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2015.12.038>.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDO DE TUNGSTENO PARA APLICACIONES COMO FOTOÁNODOS

Milenis Acosta¹, Rocío Acosta Méndez¹, Inés Riech¹, P. M. Rodríguez², Geonel Rodríguez G.³

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

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche.

³ Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV-IPN, Mérida, Yucatán.

RESUMEN

El hidrógeno (H_2) ha sido identificado como una fuente de energía limpia debido a sus altos rendimientos, nulo aporte de contaminantes y su facilidad de almacenamiento. El proceso convencional de la obtención de H_2 utiliza fuentes de carbón, por lo que resulta perjudicial para el ambiente. Una de las formas alternativas para obtenerlo con fines energéticos es la fotocatalisis, que involucra el uso de la luz solar y fotoánodos para la disociación de la molécula de agua. El óxido de tungsteno (WO_3) es uno de los semiconductores utilizados en la fabricación de los fotoánodos, y recientemente ha ganado importancia de estudio debido a su resistencia a la corrosión, y que puede ser utilizado en combinación con otros materiales para mejorar su actividad (Gan, Lu, & Tong, 2014). Usualmente estos fotoánodos se preparan usando técnicas químicas, por lo que el objetivo de este trabajo es estudiar las propiedades obtenidas al usar la técnica de sputtering, que es una técnica física que posee la ventaja de ser escalable industrialmente.

Las películas de WO_3 se crecieron sobre vidrios recubiertos con óxido de estaño dopado (Rodríguez-Pérez, Chacón, Palacios-González, Rodríguez-Gattorno, & Oskam, 2014) con flúor (FTO) empleando la técnica de RF-sputtering. Las películas fueron crecidas a temperatura ambiente variando la presión de argón (P_{Ar}) usando un blanco de WO_3 (Kurt J. Lesker, 99.9% pureza), con una potencia de RF de 100 W durante 20 minutos. Las muestras fueron sometidas a un tratamiento térmico en aire a 500° C durante 4 horas.

En este trabajo se obtuvieron películas delgadas de WO_3 utilizando la técnica del RF-Sputtering, con propiedades adecuadas para funcionar como fotoánodos. Los resultados de la difracción de rayos X indican que el tratamiento a 500 °C favorece la formación de la fase monoclinica, lo que permite obtener las mayores fotocorrientes (Rodríguez-Pérez

et al., 2014). Para las muestras crecidas sobre sustratos de FTO sin aplicar tratamiento térmico, se obtuvieron rugosidades promedio de 13 nm, mientras que en aquellas que recibieron tratamiento térmico, aumentaron las rugosidades promedio hasta los 30 nm, ver Fig. 1. En este punto se obtienen cambios importantes en cuanto a la relación de tratamiento térmico como factor para obtener mayores rugosidades.

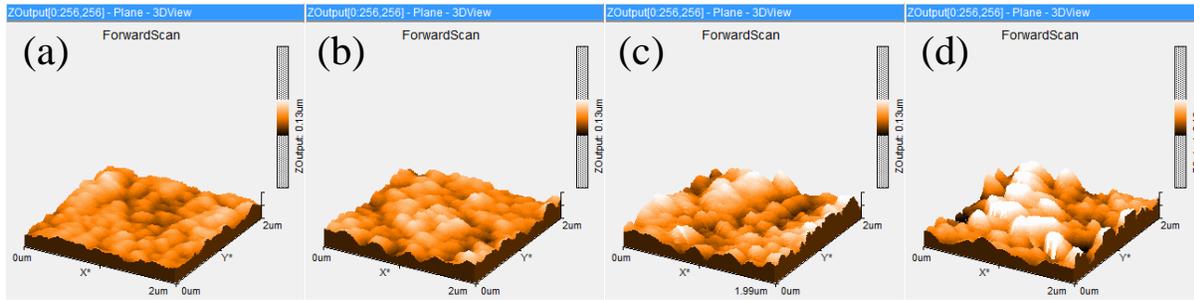


Fig. 1. Imágenes de AFM para películas de WO_3 con tratamiento térmico a $500\text{ }^\circ\text{C}$ y crecidas con presión de argón de (a) 15 mTorr, (b) 30 mTorr, (c) 45 mTorr, and (d) 60 mTorr.

La mejor respuesta a la fotocorriente se obtuvo en una muestra crecida a una $P_{\text{Ar}} = 15$ mTorr, ver Fig. 2. Esta película también presentó una mayor sensibilidad en las pruebas de presencia-ausencia de luz. Esto se le puede atribuir a que presentó una estructura monoclinica y están conformadas por granos pequeños distribuidos uniformemente.

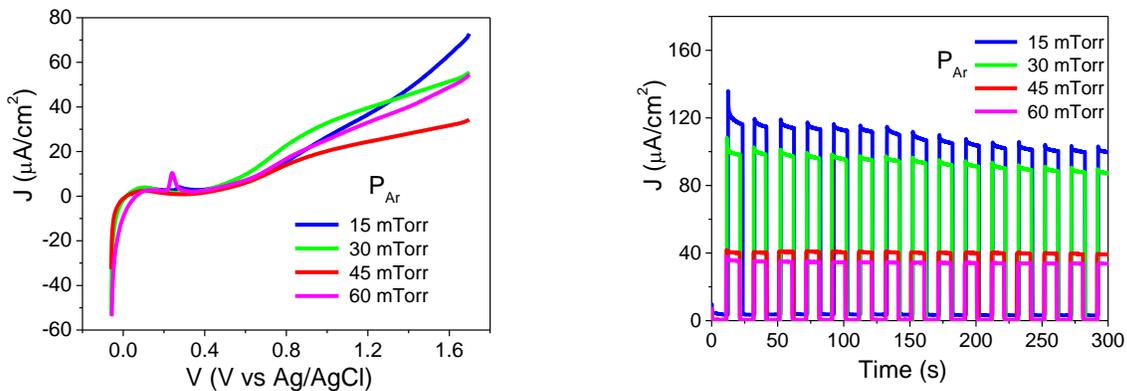


Fig. 2. a) Densidad de fotocorriente con luz continua y b) con presencia-ausencia de luz durante 300 s a un voltaje constante de 1 V.

Referencias

- Gan, J., Lu, X., & Tong, Y. (2014). Towards highly efficient photoanodes: boosting sunlight-driven semiconductor nanomaterials for water oxidation. *Nanoscale*, 6(13), 7142-7164. doi:10.1039/C4NR01181C
- Rodríguez-Pérez, M., Chacón, C., Palacios-González, E., Rodríguez-Gattorno, G., & Oskam, G. (2014). Photoelectrochemical water oxidation at electrophoretically deposited WO_3 films as a function of crystal structure and morphology. *Electrochimica Acta*, 140, 320-331. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2014.03.022>



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADSORCIÓN DE NORENDOXIFENO EN NANOTUBOS DE CARBONO

C. Cab¹, J. Arcudia-Muñoz², A. Tapia¹

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

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida

RESUMEN

Los nanotubos de carbono (NTC) poseen propiedades únicas, como altas conductividades eléctrica y térmica. Debido especialmente a su gran área superficial, fármacos, péptidos y ácidos nucleicos se pueden integrar a sus paredes y extremidades, por lo que se están considerando recientemente como sistemas de transporte de medicamentos con ventajas tales como el potencial de liberación controlada y baja toxicidad. El objetivo de este trabajo es obtener las propiedades estructurales y energéticas del sistema Norendoxifeno SWNT(15,0)

Partiendo de la literatura acerca de las propiedades de los nanotubos de carbono, así como de los estudios que se han hecho anteriormente en el ámbito de sistemas aplicados para la administración de fármacos [1, 2], se estudió por medio de la teoría del funcional de la densidad, la interacción de un nanotubo de carbono (15,0) de pared simple con la molécula norendoxifeno. Dicha molécula es el metabolito más eficiente del tamoxifeno, el cual es un medicamento muy recetado a las mujeres que padecen cáncer de mama, con receptores de estrógeno positivos.

Nuestros cálculos indican un cambio en la forma cilíndrica del NTC, presentando una mayor uniformidad después de la interacción con el norendoxifeno. Además, fue calculada la energía de adsorción a través de 5 metodologías diferentes, siendo -0.17 eV el valor más favorable encontrado. En la Figura 1 se puede observar la geometría final del sistema

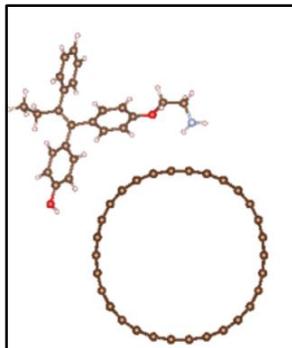


Fig. 1. Coordenadas finales de adsorción del sistema norendoxifeno-swnt (15,0).

Con base en la información obtenida se pretende contribuir al desarrollo de nuevos sistemas de transporte de medicamentos más eficaces para el tratamiento del cáncer de mama.

Reconocimientos

Los autores agradecen a CONACYT el apoyo brindado mediante el proyecto 255571 CB-2015-01

Referencias

- [1] Ji S., Liu C., Zhang B., Yang F., Xu J., Long J., Jin C., Fu D., Ni Q., Yu X. (2010). Carbon nanotubes in cáncer diagnosis and therapy. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1806 (1), 29-35, doi: 10.1016/j.bbcan.2010.02.004
- [2] Mollaamin F., Shahani K., Ilkhani A. R., Sheckari Z., Monajjemi M. (2012). Solvent effects on tamoxifen molecule interacting with a single-walled carbon nanotube: a theoretical NMR study. *Russian Chemical Bulletin*, 61 (12), 2212-2217.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

FENÓMENOS MAGNETO-ÓPTICOS EN MATERIALES COMPUESTOS A BASE DE NANOESTRUCTURAS DE CARBONO DISPERSAS EN FLUIDOS MAGNÉTICOS

C. Vales-Pinzón¹, R.A. Medina-Esquivel¹, M.A. Zambrano Arjona¹, J.J. Alvarado-Gil²

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

²Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV-Unidad Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

Un fluido magnético es una suspensión coloidal de partículas magnéticas suspendidas en un líquido portador. Un ejemplo son los ferrofluidos en los cuales partículas ferromagnéticas de decenas de nanómetros, recubiertas de un surfactante, están dispersas en un líquido. En ausencia de un campo magnético, las partículas están aleatoriamente distribuidas. Sin embargo, en presencia de un campo magnético externo, las partículas comienzan a alinearse en dirección de éste, formando estructuras tipo cadena. Si el campo magnético se retira, las partículas pierden su magnetización y regresan a una orientación aleatoria, esto ocurre en una escala de tiempo que depende de las propiedades físicas del fluido portador y de las partículas. La formación de tales estructuras inducidas por el campo magnético, permite que la muestra presente anisotropía óptica (Rablau y Vaishnav 2008). En los últimos años, ha sido de gran interés el estudio de propiedades ópticas de ferrofluidos debido a la variedad de aplicaciones basadas en los fenómenos magneto-ópticos. Tal es el caso de la birrefringencia, dicroísmo, dispersión de luz, elipticidad y rotación Faraday. Los resultados de investigaciones recientes han demostrado que la presencia de nanotubos de carbono (CNT) en ferrofluidos favorecen los fenómenos magneto-ópticos (Vales et al. 2014), lo cual permite considerar el uso de estos materiales en aplicaciones tales como filtros ópticos y polarizadores.

Este trabajo presenta el estudio de la evolución temporal de patrones de dispersión producidos por un haz de luz a través de una muestra de ferrofluido bajo la influencia de un campo magnético homogéneo y de baja intensidad, a diferentes concentraciones volumétricas de CNT. Para esto se utilizó como matriz un ferrofluido (FF, Ferrotec EMG900) al 0.1% de magnetita al cual se agregaron CNT con diámetro de 50 – 80 nm y longitud de 0.5-2 μm (Nanostructured and Amorphous Materials, 95%) a concentraciones volumétricas de 0.05%, 0.10% y 0.15%. Tras sonicar cada muestra, ésta se coloca en una celda de vidrio de 145 μm de espesor y se ubica en el centro de un par de bobinas de Helmholtz, lo que permite someterla a un campo magnético de 170 G. A través de

este sistema se hizo pasar un haz de luz generado por un láser de 488 nm, perpendicular a la dirección del campo magnético; el espectro generado por la luz después de atravesar la muestra (con y sin campo magnético) fue monitoreado a través de una cámara (ver Figura 1).

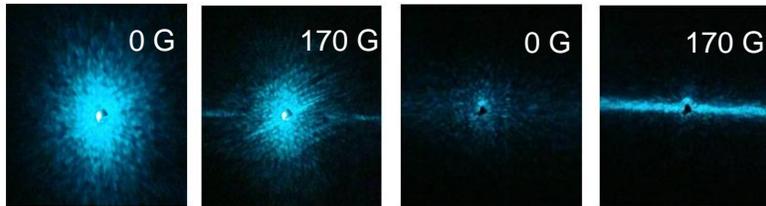


Figura 1. Patrones de dispersión de una matriz de ferrofluido al 0.1% de magnetita sin CNT (a) y (b), y con concentración volumétrica de 0.15% de CNT (c) y (d), con y sin la aplicación de un campo magnético perpendicular a la dirección de la luz.

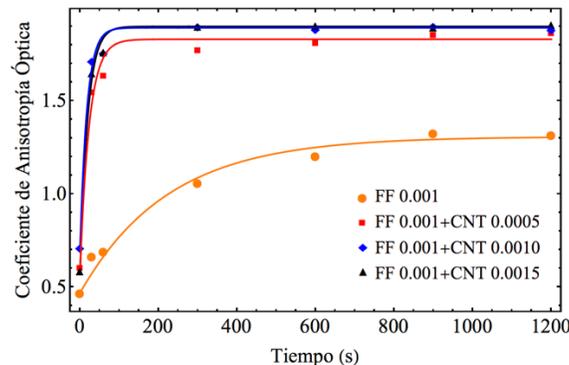


Figura 2. Dependencia temporal del coeficiente de anisotropía en ferrofluidos a diferentes concentraciones volumétricas de CNT.

Los resultados nos permiten analizar la cinética de la formación de nanoestructuras en forma de cadena en fluidos magnéticos expuestos a campos magnéticos de baja intensidad, y su dependencia con la concentración de CNT (ver Figura 2). Se encontró que a mayor concentración de CNT, el tiempo de estabilización en la formación de nanoestructuras se reduce de manera significativa, lo cual postula a estos materiales como una excelente oportunidad para ser utilizados en dispositivos que operen basados en fenómenos magnetoópticos.

Reconocimientos

Este trabajo se realizó a través del apoyo de los proyectos SEP-CONACYT-CB-256497 y PRODEP 2017 con clave F-PROMEP-74/Rev-05.

Referencias

- Rablau C., Vaishnava P. (2008). Magnetic-field-induced optical anisotropy in ferrofluids: A time-dependent light-scattering investigation. "Physical Review E", 78, 051502 1-9.
- Vales-Pinzon C., Alvarado-Gil J.J., Medina-Esquivel R., Martinez-Torres P. (2014). Polarized Light transmission in ferrofluids loaded with carbon nanotubes in the presence of a uniform magnetic field. "Journal of Magnetism and Magnetic Materials", 369, 114-121.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

TOPOGRAFIA 3D DE MUESTRAS VEGETALES MEDIANTE TRANSFORMADA DE FOURIER

M. Pérez-Cortés¹, M. Ortiz-Gutiérrez², M. Flota-Bañuelos¹, L. Ricalde-Cab¹, J. Lugo-Jimenez³.

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. mperez.cortes@correo.uady.mx

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

³Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán.

La metrología óptica es una técnica con la que se pueden realizar mediciones de objetos con relativa facilidad y que permite analizar algunas de sus propiedades físicas tales como: esfuerzo, desplazamiento, distancia, presión, temperatura, velocidad, forma, dimensiones, etc., de objetos y/o regiones de observación. Entre algunas de las técnicas que se emplean en la metrología óptica cuya característica principal es que son pruebas sin contacto, se encuentran los sistemas ópticos basados en la técnica de proyección de franjas, efecto Moiré, efecto Talbot e interferometría de moteado. Utilizando la técnica de proyección de franjas para digitalizar la superficie de los objetos a analizar. Mediante una aplicación de procesamiento de imágenes utilizando el método de Takeda por transformada de Fourier se implementa la forma en la que se permite visualizar e interpretar la topografía de las superficies y se obtiene información cualitativa de los cambios superficiales que se presentan.

En este trabajo se utiliza la técnica de proyección de luz estructurada para la reconstrucción tridimensional de la topografía de superficies de muestras vegetales como hojas de árboles. Con esta técnica se reconstruye la topografía de los objetos utilizados a partir de la deformación de las franjas proyectadas mientras es observado a través de un microscopio óptico. La imagen que se obtiene de las franjas deformadas es registrada por una cámara CCD. Mediante una aplicación de procesamiento de imágenes, además del uso del método de Takeda se implementa la forma que permite visualizar e interpretar la topografía de las superficies y proporciona información de los cambios superficiales que presentan.

El objeto que se utilizó en este trabajo es una hoja del árbol conocido como álamo blanco (*Populus alba* L) aunque también es conocido como álamo plateado, chopo blanco o

álamo afgano. La característica de éste tipo de árboles es que pueden medir hasta 12 m de altura, es una especie dioica, de corteza lisa y color grisáceo con ramas jóvenes. Esta especie se reconoce fácilmente por las hojas discoloras y el envés denso y blanco. Aunque es una especie introducida de Europa, frecuentemente en forma espontánea hibridiza con especies americanas; es ampliamente distribuida y cultivada en el continente americano y en México es común encontrarla en parques y vías públicas como planta ornamental.

Para la adquisición del relieve en 3D de la hoja se realizó la captura y procesamiento de una fotografía de la rejilla proyectada sobre la superficie. Para procesar las imágenes se utilizó el software MatLab y se requiere que el formato de las imágenes digitales sea en BMP y a escala de grises de 8 bits ya que esto asegura que la imagen contenga en cada uno de los elementos de la matriz solo el valor de intensidad que le corresponde. En la Figura 1 se muestra la superficie digitalizada.

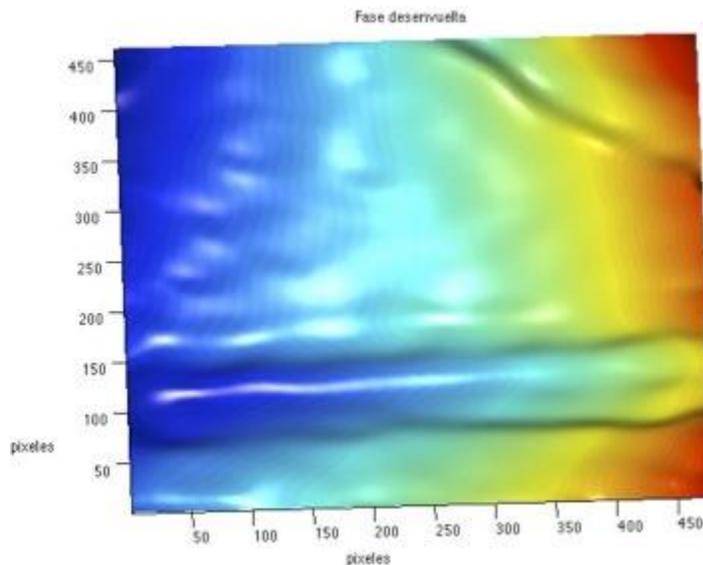


Fig. 1. Imagen digitalizada en 3D de una parte de hoja de álamo.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

PROPUESTA DE UN SENSOR DE FIBRA ÓPTICA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ESTRUCTURAS CIVILES

C. Vinajera-Reyna¹, M. Pérez-Cortés¹, J. Lugo-Jiménez², O. Santos-Aguilar²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. mperez.cortes@correo.uady.mx.

²Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán.

Las estructuras que están en un entorno agresivo sufren daños, así como las estructuras viejas presentan fallas debido al agotamiento del material, por lo que es necesario diagnosticar la salud estructural para evitar fallas catastróficas. Los puentes y otras estructuras son monitoreados con fibras ópticas para determinar las deformaciones debidas a las cargas de viento o terremoto. Los materiales compuestos se utilizan en la industria de la construcción para reforzar los elementos, además, se utilizan materiales compuestos en lugar de barras de acero para reforzar elementos de hormigón. En la actualidad existen sistemas de sensado para prevenir derrumbes en puentes, carreteras y edificios. La aplicación de estos sistemas en ingeniería civil existe desde hace algunos años y se componen por sistemas complejos de fibras ópticas especiales, como lo son fibras ópticas de Bragg.

Este trabajo se realizó para buscar un sistema que nos pueda mostrar si existen fracturas dentro de las edificaciones o puentes que involucra la obra civil. Este estudio se relaciona con el desarrollo de un sistema formado con fibras ópticas en barras de fibra reforzada con fibra de vidrio (GFRP) para determinar el comportamiento mecánico de los elementos de hormigón. La gran ventaja de esta propuesta son las protecciones de las fibras ópticas que están en el compuesto en contraste con otros sistemas son las fibras ópticas son externas a los elementos.

En la actualidad las fibras ópticas al igual que el láser han introducido un cambio tecnológico, en especial porque se puede redirigir la luz y controlar para realizar nuevos instrumentos ópticos. Esto hace que se puedan diseñar y rediseñar sensores ópticos para diferentes aplicaciones. Los sistemas más avanzados son sistemas que se basan en FBG (Fibras Ópticas con rejillas de Bragg) que son los más sensibles y los más usados en la ingeniería civil, así como los más costosos. Este trabajo se basa en un aspecto más

simple de modulación de luz, además de ser de bajo costo, así como la propuesta de un diseño que se basa en un sistema de interferometría básica.

La primera etapa fue el estudio de la fibra óptica en una matriz polimérica sin fibras de refuerzo. Una segunda etapa incluía una fibra óptica en un compuesto hecho con una matriz polimérica y fibras de vidrio. Las cargas mecánicas se ejecutaron en un sistema de 1000 N. Se utilizó un sistema láser para determinar los cambios de intensidad debidos a cargas mecánicas. Estos resultados preliminares indican que es posible estimar deformaciones mecánicas utilizando fibras ópticas en compuestos y esta información podría ser utilizada para diagnosticar el comportamiento estructural.

La Figura 1 muestra la intensidad luminosa normalizada (I / I_0) frente al tiempo. En la parte inicial se ve un pequeño pico debido a cargar principio. Cuatro zonas se pueden detectar: 1) reducir la velocidad zona de pendiente negativa que corresponde a cargas bajas; 2) una zona alta pendiente negativa que corresponde a cargas elevadas; 3) una zona de cero, lo que corresponde a cargas máximas; y 4) una zona de recuperación al final lo que corresponde a la recuperación mecánica de la fibra.

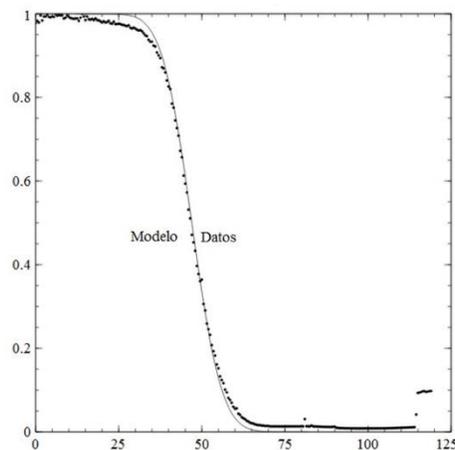


Fig. 1. Curva de acción de la fibra óptica como sensor.

La gráfica es una construcción natural de la distribución de fotones que atraviesan la fibra óptica. La deformación de la fibra óptica está en función de la presión a la que es sometida. Se puede observar que la presión que inicia desde 0 a 100 MPa no afecta el ángulo crítico de reflexión de la fibra, pero a partir de 100 MPa se observa un decaimiento de la intensidad de la fibra óptica. La gráfica muestra una aproximación a una distribución gaussiana, donde su decaimiento de la luz corresponde de 100 a 400 MPa, que corresponde al 50% de probabilidades de que un paquete de fotones atraviese la fibra.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

COMPORTAMIENTO ELÁSTICO Y PLÁSTICO DEL CONCRETO CON AGREGADO CALIZO DE ALTA ABSORCIÓN A EDADES TEMPRANAS

Ana Rosado-Gruintal¹, Joel Moreno-Herrera¹, y Eduardo Sánchez-Guadarrama²

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

²Estudiante de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

RESUMEN

El uso de elementos de concreto presforzado se ha incrementado debido a programas de obra cada vez más ajustados. Dicha necesidad ha llevado a que elementos de concreto presforzado estén sujetos a esfuerzos a edades tempranas. Lo cual puede generar deformaciones excesivas, deformaciones permanentes, agrietamiento, entre otras patologías, las cuales pueden poner en riesgo el adecuado comportamiento de la estructura.

Las principales propiedades que describen el comportamiento del concreto son la resistencia a compresión axial, el módulo de elasticidad y la curva esfuerzo-deformación. En general, dichas propiedades son referenciadas a la edad de 28 días, por lo que sus valores a edades tempranas pueden estarse subestimando o sobrestimando. De acuerdo con estudios previos, el agregado calizo de alta absorción utilizado en la península de Yucatán limita la resistencia a compresión axial del concreto. Por otro lado, se ha observado que con las ecuaciones propuestas en las NTCM (2004) para determinar el módulo de elasticidad se obtienen valores mayores que los obtenidos experimentalmente.

El objetivo de esta investigación es determinar la variación de las principales propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados calizos de alta absorción a edades tempranas y comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los modelos de predicción existentes y normas vigentes. Se eligieron tres resistencias a compresión axial del concreto: $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=250\text{kg/cm}^2$ y $f'c=350\text{kg/cm}^2$. Se fabricaron y ensayaron 35 cilindros para cada resistencia. Las dimensiones de los cilindros fueron de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Se determinó en laboratorio la resistencia a compresión axial, el módulo de elasticidad, la curva de esfuerzo-deformación y la madurez, a las edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días. Se verificó que los materiales utilizados cumplieran con los

requisitos de calidad recomendados en la norma NMX-C-111-ONNCCE. El diseño de las mezclas de concreto se realizó de acuerdo al ACI 211 con los datos obtenidos de las pruebas de los materiales. La prueba de resistencia a compresión axial y curva esfuerzo-deformación se realizó siguiendo la norma NMX-C-083-ONNCCE y el módulo de elasticidad se determinó con los lineamientos de la norma NMX-C-128-ONNCCE.

En la Figura 1 se presentan las curvas resistencia a compresión normalizada (f_c/f_{c28}) - edad de las tres resistencias a compresión del concreto consideradas. La resistencia a compresión normalizada se calculó dividiendo la resistencia obtenida para las edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días entre la resistencia obtenida a 28 días. Se observa que el incremento de la resistencia es similar de 0 a 3 días y un incremento más lento después de 3 a 28 días.

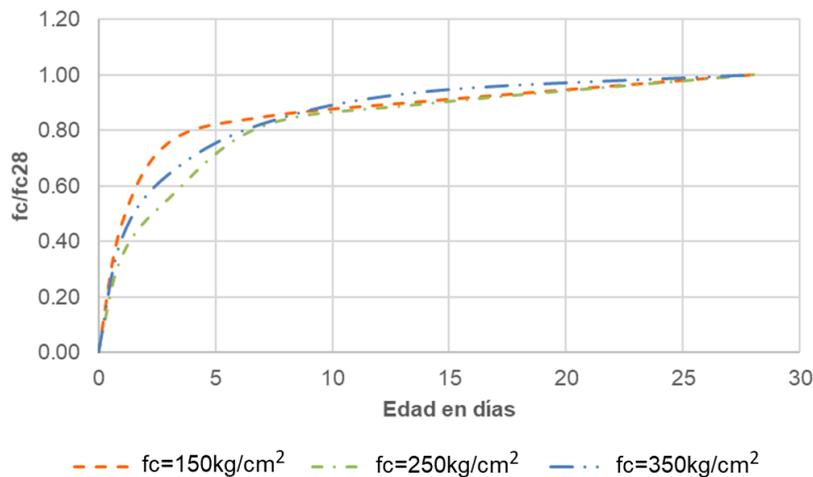


Figura 1.- Resistencia a compresión normalizada – edad.

Con base en los resultados obtenidos experimentalmente, se concluyó lo siguiente:

- La resistencia a compresión se incrementa con respecto al tiempo, tiene un incremento del 65% en promedio a 3 días y a un 83% en promedio hasta los 7 días; posteriormente un incremento más lento hasta alcanzar la resistencia de referencia a 28 días.
- El módulo de elasticidad se incrementa con respecto al tiempo, tiene un incremento del 80% en promedio a la edad de 3 días; posteriormente un incremento más lento hasta alcanzar el módulo de elasticidad de referencia a 28 días.
- La curva esfuerzo-deformación unitaria para cualquier resistencia a compresión a edades tempranas se puede ajustar a una función cuadrática, similar a los modelos propuestos por Hognestad, Kent y Park modificado y Todeschini. Sustituyendo los valores correspondientes de edades tempranas de resistencia a compresión axial máxima y su correspondiente deformación unitaria.
- El método de madurez subestima la resistencia de los concretos curados a la intemperie, por lo que podría ser aplicado para predicciones de resistencia a compresión a edades tempranas.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS FUERA DEL PLANO: EFECTO DEL TIPO DE PIEZA Y LA RELACIÓN DE ASPECTO

Joel Moreno-Herrera¹, Jorge Varela-Rivera¹, y Luis Fernández-Baqueiro¹

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

RESUMEN

En muchos países de Latinoamérica, Europa y Asia uno de los sistemas estructurales más utilizados es el de muros de mampostería confinada. Este tipo de mampostería se construye con diferentes tipos de piezas (sólidas y huecas), tipo de material (arcilla, concreto, etc.) y morteros.

Existen algunos estudios experimentales sobre el comportamiento fuera del plano: de muros no reforzados (Lawrence 1983; Anderson 1984; Drysdale y Essawy 1988; Middleton y Drysdale 1995; Griffith y Vakulic 2007); de muros reforzados (Abbout *et al.* 1996; Zhang *et al.* 2001); de muros diafragma (Dawe y Seah 1989; Abrams *et al.* 1996; Klingner *et al.* 1996; Flanagan y Bennett 1999; Henderson *et al.* 2003; Tu *et al.* 2010; Moghadam y Goudarzi 2010); y de muros confinados (Varela-Rivera *et al.* 2011, 2012a, 2012b, 2015; Singhal y Rai 2014). Con base en dichos estudios se encontró que las principales variables que influyen en el comportamiento fuera del plano de muros de mampostería son las condiciones de apoyo, la relación de aspecto (altura entre longitud de muro), la relación de esbeltez (altura entre espesor de muro), la rigidez en el plano de los elementos de la periferia, la carga axial, las aberturas y el tipo de pieza.

En este trabajo se evaluó el comportamiento fuera del plano de seis muros de mampostería confinada. Las variables de estudio fueron el tipo de pieza y la relación de aspecto. Se consideraron tres tipos de piezas: bloques huecos de concreto de dos celdas con dimensiones nominales de 0.12 m x 0.20 m x 0.40 m (espesor x altura x longitud), y tabiques multiperforados de arcilla con dimensiones de 0.12 m x 0.20 m x 0.37 m y de 0.12 m x 0.12 m x 0.25 m. Se consideraron relaciones de aspecto de 0.75 y 1.00. La altura de los muros fue de 2.76 m y las longitudes de 2.95 y 3.77 m. Se utilizó mortero en proporciones por volumen 1:2:7 (cemento:cal:arena). Se ensayaron tres muros para cada relación de aspecto, cada uno con un tipo de pieza. Los muros se ensayaron con carga axial constante y cargas uniformes fuera del plano hasta la falla. En la Figura 1 se

presentan las curvas carga fuera del plano (W) – desplazamiento fuera del plano (δ_{fp}) de los muros ensayados.

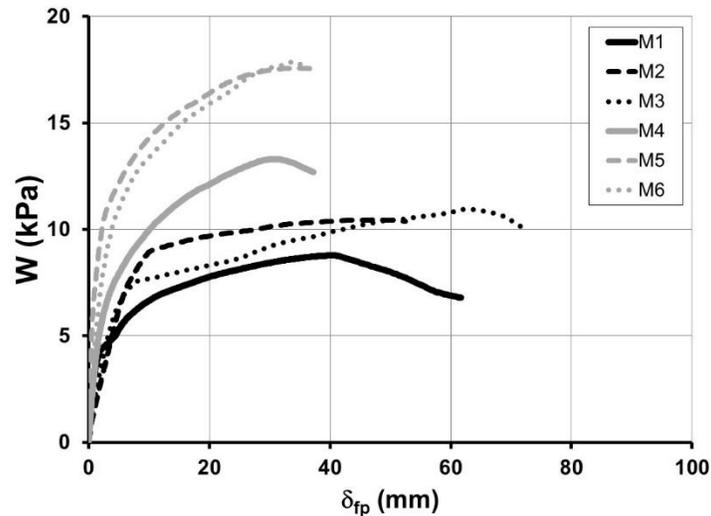


Figura 1.- Curvas carga fuera del plano – desplazamiento fuera del plano.

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que:

- Para muros de mampostería confinada se pueden definir dos patrones de agrietamiento: el final y el principal. El primero está asociado con la evolución del agrietamiento durante el ensaye. El segundo está asociado con líneas de rotación de los segmentos del muro antes de la falla. Para los muros estudiados, ambos patrones de agrietamiento sólo dependen de la relación de aspecto.
- El comportamiento fuera del plano de los muros fue lineal hasta la formación de los primeros agrietamientos. Posteriormente el comportamiento fue no-lineal. El comportamiento no-lineal estuvo asociado con la formación nuevas grietas y la propagación de las existentes hasta la formación del patrón de agrietamiento final.
- Para muros con igual relación de aspecto, la resistencia fuera del plano solo dependió de la resistencia a compresión axial de la mampostería. Para dicho muros, conforme la resistencia a compresión axial de la mampostería aumentó, la resistencia fuera del plano de los muros también aumentó. Por otro lado, si la relación de aspecto aumenta, la resistencia fuera del plano de los muros también aumenta. La rigidez en el plano del marco de elementos confinantes fue mayor para los muros con mayor relación de aspecto.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

COEFICIENTES DE PRESIÓN NETOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL CERRADA Y ABIERTA DEBIDO A LOS EFECTOS DEL VIENTO

Mauricio Gamboa Marrufo¹ y Cristian Joel Domínguez Sandoval¹

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

RESUMEN

La región de la Península de Yucatán es impactada por huracanes con una frecuencia aproximada de uno por año. Entre las edificaciones más afectadas debido a los vientos generados por éstos, se encuentran las naves industriales. Estas estructuras tienen la característica de presentar grandes superficies expuestas al viento en cualquier dirección y ser construidas a base de materiales ligeros. Estos dos factores las hacen ser edificaciones muy vulnerables. El problema más común en viviendas y naves industriales es la pérdida de techos ligeros, debido a las succiones que se generan durante manifestaciones extremas de vientos (por ejemplo, durante los huracanes), y con ello la pérdida de gran parte de las pertenencias personales o productos almacenados.

En la presente investigación se obtuvieron experimentalmente los coeficientes de presión promedio netos (C_{pn}) en una nave industrial a dos aguas considerando dos configuraciones, una cerrada y otra abierta, para diferentes direcciones de embate de viento. La abertura en la configuración abierta fue menor al 1% del área total de la cubierta y fue ubicada en el punto más vulnerable de acuerdo con las presiones obtenidas en la configuración cerrada. Los coeficientes se compararon con los coeficientes propuestos en el manual de la CFE. Se construyeron e instrumentaron dos modelos a escala para cada configuración, los cuales se ensayaron en un túnel de viento.

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que:

- Para el modelo cerrado se encontraron los C_{pn} más desfavorables para la dirección de embate del viento incidente de 45° de la línea generadora de la cumbrera. Estos C_{pn} se localizaron en la cumbrera cerca de la arista entre el muro de barlovento y la cubierta (Figura 1.a). Sus valores fueron 28 % superiores a los máximos propuestos en el manual de la CFE.
- Para el modelo abierto, la dirección de embate del viento en la que se encontraron los C_{pn} más desfavorables fue a 45° de la línea generadora de la cumbrera con la



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

MODELACIÓN DEL AGRIETAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO

Luis E. Fernández-Baqueiro, Andrés S. Paleo-Torres, Jorge L. Varela-Rivera y Joel A. Moreno-Herrera.

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

RESUMEN

La mampostería confinada es ampliamente utilizada en México en la construcción de edificaciones. En particular, en la Península de Yucatán la mayoría de las viviendas y edificaciones están hechas a base de muros de mampostería confinada de bloques huecos de concreto. En la Facultad de Ingeniería de la UADY se han realizado estudios para evaluar el comportamiento de muros de mampostería confinada sujetos a cargas fuera del plano con el fin de establecer criterios de diseño estructural. En dichos estudios se han observado distintas etapas en las curvas carga – desplazamiento fuera del plano. La última etapa ha sido estudiada ampliamente, ya que en ella se presenta la carga máxima. Esta etapa está asociada a la formación de un mecanismo de arco. El estudio de las primeras etapas es importante ya que durante éstas se presentan los primeros agrietamientos en los muros.

El objetivo de este trabajo de investigación fue simular computacionalmente la evolución inicial del agrietamiento de muros de mampostería confinada sujetos a cargas uniformes fuera del plano mediante modelos no lineales, con el método del elemento finito.

Se realizaron ensayos y modelos computacionales para obtener el módulo de elasticidad de bloques huecos de concreto de tres celdas sometidos a flexión. Se realizaron modelos computacionales de muretes (Figura 1.a) y muros de mampostería confinada sujetos a cargas uniformes fuera del plano (Figura 1.b). Se utilizaron elementos hexaedros tridimensionales de 8 nodos y 3 grados de libertad por nodo para los bloques de mampostería y los elementos confinantes. Para las juntas de mortero se consideraron interfaces planas que constaron de elementos de 8 nodos y 3 grados de libertad por nodo. Se asumió que el modo básico de agrietamiento es tipo I (modo de abertura) con un comportamiento frágil al formarse las grietas. Se calibró el modelo de muros de

mampostería confinada considerando los resultados experimentales de tres ensayos a escala natural de muros con relación de aspecto cercana a 0.75.

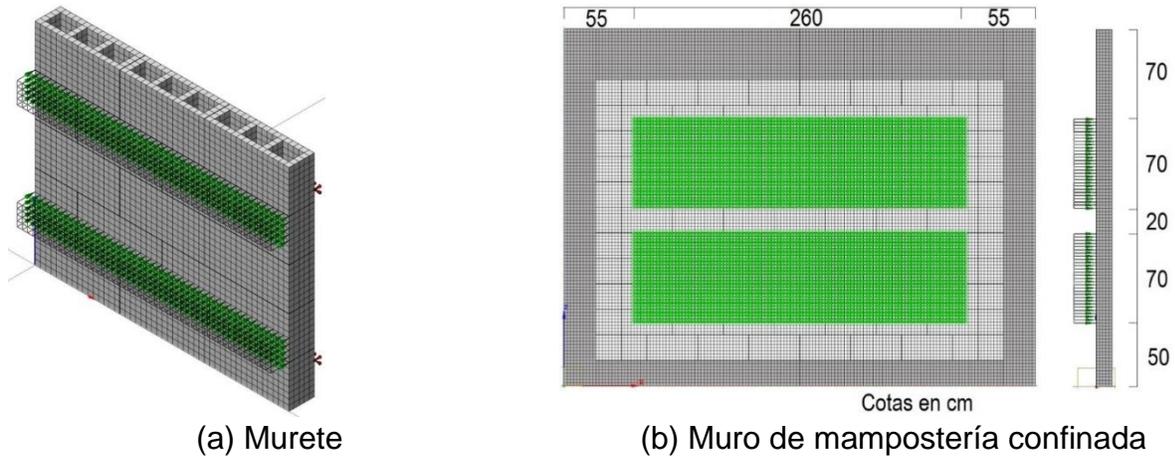


Figura 1.- Modelos de elementos finitos.

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que los primeros agrietamientos en los muros de mampostería confinada sujetos a cargas uniformes fuera del plano ocurren en la cara de aplicación de carga, la cual no es visible en los experimentos. Los agrietamientos horizontales al centro del muro determinan el cambio de pendiente entre la primera y la segunda etapa y ocurren entre el 37 % y el 48 % de la carga máxima. En la Fig. 2 se presenta las curvas presión fuera del plano - desplazamiento fuera del plano, experimental (línea continua) y computacional (línea discontinua), así como los patrones de agrietamiento correspondientes a las tres etapas identificadas. En esta figura las líneas negras gruesas corresponden a las grietas en la cara posterior del muro (cara de aplicación de la carga) y las líneas discontinuas rojas corresponden a las grietas en la cara frontal del muro. Finalmente, los modelos computacionales desarrollados para los muretes de mampostería y los muros de mampostería confinada aproximan adecuadamente los resultados experimentales.

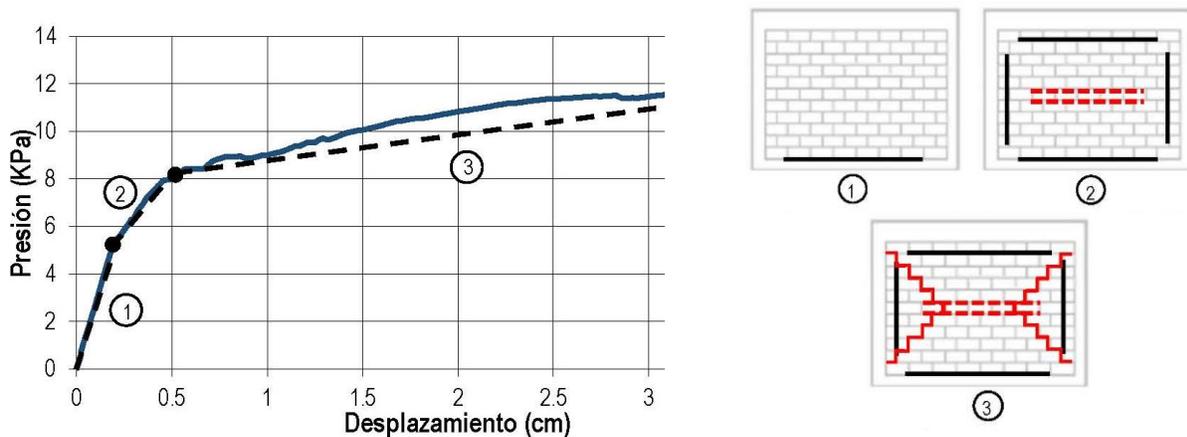


Figura 2.- Etapas en la evolución del agrietamiento.



UADY

FACULTAD DE
INGENIERÍA

"Luz, Ciencia y Verdad"

XV SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

19 – 20 de octubre de 2017

Mérida, Yucatán, México.

MODELADO Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS FOTOTÉRMICOS MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Ali Bassam¹, Oscar May Tzuc, Ernesto Ordóñez López, Manuel Flota Bañuelos

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

RESUMEN

La generación de energía térmica, es un elemento esencial en casi todos los procesos de producción industrial. Este tipo de energía puede ser fácilmente suministrada por sistemas de concentración solar, sin embargo, su implementación a escala industrial está sometida a diversos retos como: la reducción de costos de producción, mejoramiento en rendimiento y disponibilidad termodinámica, desarrollo para aplicaciones específicas en la industria y disminución de riesgo financiero. Por lo tanto, es necesario el uso de herramientas que ayuden a mitigar dichos factores.

En los últimos años, las técnicas de Inteligencia Artificial han sido una alternativa factible para afrontar los retos de inmersión de tecnología sustentable en la industria. Esto es debido a la robustez de las técnicas y su capacidad de ajustarse al comportamiento no lineal. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo, reportar el uso de Redes Neuronales Artificiales (RNA) y Algoritmos Genéticos (AG) como herramientas para el modelo y optimización de la eficiencia térmica de un sistema fototérmico de baja entalpia para la generación de calor industrial. Para tal propósito se empleó una base de datos experimental correspondiente a una placa fototérmica piloto, diseñada e instrumentada a partir del estándar ANSI/ASHRAE 93.

Empleando RNA se desarrolló un modelo matemático basado en una arquitectura de red 7-3-1 para la estimación de la eficiencia térmica (η) en función de los parámetros ambientales y de operación: ángulo de borde (φ_r), temperatura del fluido de entrada (T_{in}), temperatura del fluido de salida (T_{out}), flujo de agua (F_w), radiación solar directa (G_b), velocidad de viento (V_w) y temperatura ambiente (T_a). Utilizando el algoritmo de optimización Levenberg- Marquardt y las funciones de transferencia logsig y purline, para las capas oculta y de salida respectivamente, el modelo fue capaz de estimar la eficiencia térmica con un coeficiente de correlación satisfactorio ($R^2= 99.96\%$). Posteriormente, un análisis de sensibilidad fue llevado a cabo determinando que la variable operación con mayor impacto es flujo de agua que circula a través del sistema.

Utilizando la función matemática generada por la RNA como función objetivo y el flujo de agua como la variable a ajustar, se implementó un proceso de optimización mediante AG para determinar los valores teóricos del flujo de agua que permitan generar una eficiencia térmica determinada. Este proceso fue nombrado como red neuronal inversa o ANNi. La Figura 1 muestra la arquitectura de red neuronal y proceso de optimización de la eficiencia térmica.

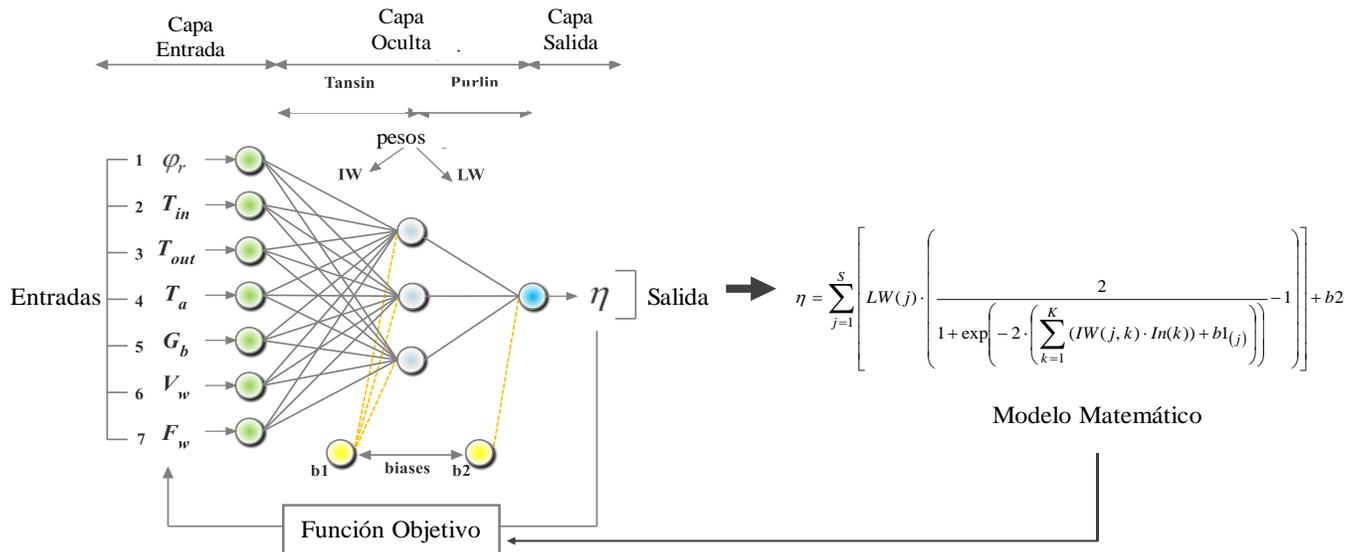


Figura 1. Arquitectura neuronal para predicción y optimización de valores eficiencia térmica.

Para validar el proceso de optimización, diversas muestras de la base de datos fueron seleccionadas al azar y comparadas estadísticamente con los resultados teóricos. Como se puede observar en la Tabla 1, el margen de error obtenido entre valores experimentales y simulados es inferior al 2%, corroborando la eficacia de la técnica.

Tabla 1. Validación de resultados para el proceso de optimización.

Muestra	Experimental		ANNi		Tiempo (s)
	η [-]	F_w [l/min]	F_w [l/min] Optimo	% Error	
0001	0.5722	6.036	5.950	1.43	1.467
1534	0.6786	6.020	5.992	0.47	1.314
1549	0.6392	5.020	5.055	0.70	1.282
1038	0.5000	5.000	5.009	0.19	1.284
1604	0.4967	3.970	3.987	0.43	1.367

A partir de estos resultados, es posible concluir que el modelo de RNA desarrollado en este estudio tiene el potencial de ser implementado en sistemas inteligentes para monitoreo de control variable en tiempo real para lograr la eficiencia térmica óptima en un proceso de producción de vapor. Además, la técnica de optimización de la red neuronal inversa permite mejorar el rendimiento de los equipos fototérmicos y reducir los costes durante el funcionamiento.

PUBLICACIONES



ARTÍCULOS

2014

Castillo Atoche A., Carrasco R., Palma O., Castillo J.V. (2014). An efficient Systolic Array Grid-based Structure of the Robust Bayesian Regularization technique for Real-Time Enhanced Imaging in Uncertain Remote Sensing Environment. JOURNAL OF REAL-TIME IMAGE PROCESSING (JRTIP), Edit. SPRINGER, 8 pages.

Castillo Atoche A., Ortegón Aguilar J., Vázquez Castillo J., Rivera Rovelo J. (2014). Virtual Laboratory for Digital Image Processing”, JOURNAL IEEE LATIN AMERICAN TRANSACTION, Vol. 12 (6), 10 pages.

Dos Santos F., Cismasiu C., Goncalves P., Gamboa M. (2014). Smart Glass Facade subjected to wind loadings. Structures and Buildings, ICE, 167(12): 743-752.

E. Hernandez-Rodríguez, V. Rejon, I. Riech, M. Acosta, J. L. Peña, (2014). Morphological and chemical study of CdTe thin films annealed in CHCl₃-O₂ gas mixture. Solar Energy Elsevier, Vol. 107, 305-307.

Gonzalez-Herrera, R., Martinez-Santibañez, E., Pacheco-Avila, J., Cabrera-Sansores, A. (2014). Leaching and dilution of fertilizers in the Yucatan karstic aquifer. Environmental Earth Sciences. Vol. 72 (8), 2879 – 2886. DOI: 10.1007/s12665-014-3192-y.

Méndez R., Pacheco J., Castillo E., Cabrera S., Vázquez E., Cabañas D., (2014), “Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México”, Revista Ingeniería, 18(3), ISSN: 1665-529X.

Moreno J., Varela J., Fernandez L. (2014). Bidirectional strut method: out-of-plane strength of confined masonry walls. Canadian Journal of Civil Engineering, 41(12): 1029-1035.

Osorio C., Zaragoza N. (2014). Determinación del impacto del ausentismo de la mano de obra sobre el tiempo de ejecución de las actividades de construcción de vivienda. Compilación de artículos de investigación, Administración y Tecnología de la Construcción, 2014, 153-169.

Perez Muñoz P., Quijano Cetina R., Flota Bañuelos M., Castillo Atoche A. (2014). Solar photovoltaic emulator system based on a systolic array network, IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, Vol. E97-A (5), 1119-1120.

Solís R., Ayora E., González A. (2014). Workplace risk prevention in public building projects in Mexico. Journal of Building Construction and Planning Research, 2(4). 217-226.

Zaragoza N, Solís R., González A. (2014) "Design and development of software for optimal material cost estimating on aluminum works". *Revista de la Construcción*, 13(3), 45-53.

2015

A.Tapia, C. Villanueva, R. Peon-Escalante, R. Quintal, J. Medina, F. Peñuñuri, F. Aviles, (2015). The Bond Force Constant and Bulk Modulus of small Fullerenes using Density Functional Theory and Finite Element Analysis. *Journal of Molecular Modeling*, Vol. 21, 1-10.

Aviles-Viñas J.F., Lopez-Juarez I., Rios-Cabrera R. (2015). Acquisition of welding skills in industrial robots. *Industrial Robotics Emerald*, pp 156 a 166.

Bedoya, E. Marín, A.M. Mansanares, M.A. Zambrano-Arjona, A. Calderón, I. Riech, (2015). On the thermal characterization of solids by photoacoustic calorimetry: thermal diffusivity and linear thermal expansion coefficient. *Thermochimica Acta*, Vol. 614, 52-58.

C. Cab, R. Medina-Esquivel, C. Acosta, J. Mendez-Gamboa, F. Peñuñuri and A. Tapia, (2015). Influence of electric Field in the adsorption of Atomic Hydrogen on Graphene. *Advances in Condensed Matter Physics*, Vol. 2015, 1-9.

Carrasco-Alvarez R., Vázquez Castillo J., Castillo Atoche A., Ortegón Aguilar J. (2015). A Fading Channel Simulator Implementation Based on GPU Computing Techniques, *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2015, Article ID 237061, pp. 8.

Castillo Atoche A., Vázquez Castillo J., Ortegón Aguilar J., Carrasco Alvarez R., Sandoval Gio J., Collí-Menchi A. (2015). A high-accuracy photovoltaic emulator system using ARM processors, *SOLAR ENERGY, ELSEVIER*, Vol. 120, 389-398.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Peón Escalante R. (2015). Análisis de un Modelo Estadístico de Regresión Aplicado al Efluente de una Planta de Tratamiento de Aguas. *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*, 2, 4, pp. 271-277.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Peón Escalante R. (2015). Representación de un Sistema Fotovoltaico utilizando el Modelo del Autómata Híbrido. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 1, 11, pp. 142-147.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Peón Escalante R. (2015). Simulación de la sístole y diástole utilizando el modelo del autómata híbrido. *Revista Pistas Educativas*, 1, 112, pp. 8-21.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Ricalde Castellanos L. (2015). Caracterización de los sonidos implicados en el ciclo cardiaco mediante un fonocardiograma. *Revista Pistas Educativas*, 1, 112, pp. 1289-1309.

Gonzalez Herrera, R., Solis Pimentel A., Zetina Moguel C., Mariño Tapia I. (2015). Modeling the Northern Coastline of Yucatan, Mexico with Genesis. *Environmental and Engineering Geosciences*. Vol. XXI (1), 47 – 61. DOI: 10.2113/gseegeosci.21.1.47.

Hincz K., Gamboa M. (2015). Deformed Shape Wind Analysis of Tensile Membrane Structures" *J. Struct. Eng.*, 141(3): 4015152-4015148.

Mendoza- Trejo, O., Cruz-Villar, C. A., Peón-Escalante, R., Zambrano-Arjona, M. A., Peñuñuri, F. (2015). Synthesis Method for the Spherical 4R Mechanism with Minimum Center of Mass Acceleration. *Mechanism and Machine Theory*, Vol. 93 (11), 53-64.

Moreno E., Solís R., Varela J., Pacho J., Cua R. (2015). Diffusion of Chlorides in pozzolanic concrete made with high-absorption aggregate exposed under tropical marine environment. *International Journal of Electrochemical Science*, 10 (1) 6444-6453.

R.A. Medina-Esquivel, C. Vales-Pinzon, G. Quiñones-Weiss, M.A. Zambrano-Arjona, J.A. Mendez-Gamboa, C.Cab, J.J. Alvarado-Gil, (2015). Thermal conductivity of a diamond magnetite composite fluid under the effect of a uniform magnetic field. *Diamond & Related Materials*, Vol. 53, 45-51.

Rosado N., Gamboa M. (2015). Metodología para el diseño aerodinámico de las aspas de una turbina eólica pequeña. *Ingenierías Instituto Superior de Mizantla* 1(1), 100-108.

San Pedro L., Méndez R., Rojas M., Barceló M., Castillo E., Sauri M., Marrufo J., (2015), "Evaluación de los procesos de adsorción y Fenton-adsorción para el tratamiento de lixiviados de relleno sanitario", *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(3), ISSN: 2395-8472, pp. 486-492.

Sánchez Sánchez, J., Álvarez Legorreta T., Pacheco Ávila J., González Herrera R., Carrillo Briebzca L. (2015). Caracterización hidrogeoquímica de las aguas subterráneas del Sur del Estado de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Vol. 32 (1). 62 – 76.

Sánchez y Pinto I., Cervantes Martínez A., González Herrera, R., Vázquez Campos M., Gutiérrez Aguirre, M. (2015). Evidencia de flujo preferencial al mar del Cenote Caletita, Cozumel, México. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*. Vol. 19 (1), 1 – 12.

Solís R. (2015). Experiencias de un programa de promoción de la lectura para estudiantes de ingeniería civil. *Educación en Ingeniería*, 10(20), 54-64.

Solís R., Castillo R., González A. (2015). Job satisfaction of construction professionals: case study in eastern Mexico. *Revista de la Construcción*, 14 (3), 62-69.

Solís R., Corona G., García A. (2015). The use of Project time management processes and the Schedule performance of construction projects in Mexico. *Journal of Construction Engineering*, Vol. 2015, 9 páginas.

Solís R., Terán L., Moreno E. (2015). Use of normal-density High-Absorption Limestone Aggregate as Internal Curing Agent in Concrete. *Canadian Journal Engineering Civil*, 42(11), 827-833.

Tapia A, Villanueva C., Peón-Escalante R., Quintal R., Medina J., Peñuñuri F., Avilés F. (2015). The bond force constant and bulk modulus of small fullerenes using density functional theory and finite element analysis. *Journal of Molecular Modeling*. (21), 139-(10).

Varela J., Chan S., Fernández L., Moreno J. (2015). Muros de mampostería confinada con aberturas sujetos a cargas fuera del plano. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*. 7(1): 52-65.

Zaragoza N., Solís R., Corona G. (2015). "Hybrid model for developing BIM software extensions, *Journal of Advanced Management Science*, 3 (3), 227-232.

2016

Aviles-Viñas Jaime F., Reyes Rios-Cabrera, Ismael Lopez-Juarez. (2016). On-line learning of welding bead geometry in industrial robots *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* Edit.Springer, pp. 120-126.

Braulio José Cruz Jiménez, Eduardo Ernesto Ordoñez López, Luis Josué Ricalde Castellanos, Emmanuel de la Cruz (2016) *Medición de potencia eléctrica en redes eléctricas inteligentes con fuentes de energía renovable, Pistas educativas*, vol. 1 (520), 552-566.

Contreras Rivero J., Vales Pinzón C., Cruz Jiménez B., Ricalde Castellanos L. (2016). Importancia de la planeación didáctica por competencias en asignaturas de matemáticas para ingeniería. *Revista de Tecnologías de la Información*, 3, 7, pp. 48-56.

Cruz Jiménez B. José, Contreras Rivero J., Ricalde Castellanos L., Peón Escalante R. (2016). Hybrid automata: A tool for representing biological systems. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 2, 5, pp. 884-890.

Cruz Jiménez B. José, Contreras Rivero J., Ricalde Castellanos L., Castillo Atoche A., Vales Pinzon C. (2016). Sistema de información georreferenciada para análisis de datos eólicos. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*, 2, 3, pp. 45-52.

Cruz Jiménez B. José, Montañez Rufino M., Quijano Cetina R., Castillo Atoche A. (2016). Instrumentación y telemetría para un Electratón. *Revista de Energía Química y Física*, 3, 6, pp. 23-30.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Ordoñez López E. (2016). Extracting Heart Sounds using a Phonocardiogram. *International Journal of Engineering Science and Management (IJESM)*, 2, 1, pp. 53-58.

Cruz Jiménez B., Contreras Rivero J., Peón Escalante R., Ricalde Castellanos L. (2016). Herramienta computacional para la enseñanza de la robótica. *Revista Pistas educativas*, 1, 120, pp. 958-972.

Escalante Soberanis M. A., Bassam A., Mérida W. (2016). Analysis of energy dissipation and turbulence kinetic energy using high frequency data for wind energy applications. *Journal Wind Energy Industrial Aerodynamic*, Vol. 151, 137–145.

F. Peñuñuri, C. Cab, O. Carvente, M.A. Zambrano-Arjona, J.A. Tapia, (2016). A study of the Classical Differential Evolution control parameters. *Swarm and Evolutionary Computation*, Vol. 26, 86-96.

Flota M., Ali B., Villanueva C., Pérez M. (2016). Passivity-Based Control for a Photovoltaic Inverter with Power Factor Correction and Night Operation. *IEEE Latin America Transactions*. 14(8), 3569-3574.

Flota M., Bassam A., Villanueva C., Pérez M. (2016). Passivity-Based Control for a Photovoltaic Inverter with Power Factor Correction and Nighth Operation. *IEEE Latin America*, Vol. 14, 3569-3574.

García-Uitz K; Moreno-Andrade I; Hernandez-Nuñez E; Corona-Cruz A; Giacomán-Vallejos G; Ponce-Caballero C. (2016) "Degradation of phenanthrene by natural consortia in seawater". *Romanian Journal Biotechnology* 21(1):11194. (Factor de Impacto: 0.404).

J.A. Mendez-Gamboa, R. Castro-Rodriguez, I.V. Perez-Quintana, R.A. Medina-Esquivel, A. Martel-Arbelo, (2016). A figure of merit to evaluate transparent conductor oxides for solar cells using photonic flux density. *Thin solid films*, Vol. 599, 14-18.

May Tzuc O., Vázquez Caamal M., Bassam A., Escalante Soberanis M. A., Flota-Bañuelos M. (2016). Implementación de algoritmos para dimensionamiento y caracterización de concentradores solares de canal parabólico en interfaz computacional. *Abstraction&Application*, Vol. 14, 45- 56.

Méndez N.R.I., Vázquez B.E., López S.R.C, (2016), “Efecto del curso propedéutico en la Licenciatura en Ingeniería”, Revista Ingeniería, Vol. 20, No. 3., ISSN: 1665-529X.

Méndez N.R.I., Vázquez B.E.R., López S.R.C., (2016), “Efecto de los cursos propedéuticos en la licenciatura en ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UADY”, ISBN: 1665-529X.

Méndez R., Pacheco J., Castillo E., Cabrera S., Vázquez E., Cabañas D., (2015), “Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México”, 19(3), ISSN: 1665-529X.

Moreno E., Solís R., Varela J., Gómez M. (2016). Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción. Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo, 8 (1), 35-45.

Moreno J., Varela J., Fernandez L. (2016). Out-of-plane design procedure for confined masonry walls. Journal of Structural Engineering, ASCE, 142(2): 1-12.

Nájera A. H. A., Gutiérrez H. R.F., González S. R., García L. C., Méndez N. R. I., Rojas V. M. N., (2016), “Degradation of gestodene (GES)–17 α -ethinylestradiol (EE2) mixture by electrochemical oxidation”, Journal of Water and Health, 14(6), ISSN: 14778920.

Navarrete D. Varela J., Fernandez L. (2016). Out-of-plane behavior of confined masonry walls subjected to concentrated loads (one-way bending). Earthquake Spectra, 32(4): 2317-2335.

O. Carvente, M. Salazar-Cruz, F. Peñuñuri and J. C. Ruiz-Suarez, (2016). Dynamic self-assembly of non-Brownian spheres studied by molecular dynamics simulations. Physical Review E, Vol. 93, 1-5.

O. Mendoza-Trejo, Carlos A. Cruz-Villar, R. Peón-Escalante, M.A. Zambrano-Arjona, F. Peñuñuri, (2016). Synthesis method for the spherical 4R mechanism with minimum center of mass acceleration. Mechanism and Machine Theory, Vol 93, 53-64.

Ortegón Aguilar J., Castillo Atoche A., Carrasco Alvarez R., Vázquez Castillo J., Villalón Turrubiates I., Pérez-Martínez O. (2016). Enhancement and edge-preserving denoising: an OpenCL-based approach for remote sensing imagery, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol. 9 (4), 5482 - 5492.

Osorio C., Zaragoza J., Corona G., González J.A. (2016). “Discrete Event Simulation Analysis of the Effect of Labor Absenteeism on the Duration of Construction Activities in Housing Projects”. International Journal of Engineering Research and Application. Vol. 6, Issue 11, (Part -6) November 2016, pp.46-55.

Peón Escalante Ricardo, Flota Bañuelos Manuel, Ricalde Luis J., Acosta César, Solís Perales Gualberto. (2016). On the coupler point velocity control of variable input speed servo-controlled four-bar mechanism, *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 8(11), 1–9.

Pérez Cortés M., Lugo-Jiménez J., Bassam A., Flota-Bañuelos M., Ortiz Gutiérrez M. (2016). Variante del Sistema Schlieren para observación de cambios en el índice de refracción: Caso de estudio para una vela. *Abstraction&Application*, Vol. 14, 57- 64.

Ricalde Castellanos L., Cruz Jiménez B., Ordoñez López E. (2016). Medición de potencia eléctrica en redes eléctricas inteligentes con fuentes de energía renovable. *Revista Pistas educativas*, 1, 120, pp. 552-566.

Ricalde Castellanos Luis Josué, Peón Ricardo J., De la Cruz Emmanuel, Rubio Erika H., Ordoñez Luis C. (2016). Diseño de una micro red eléctrica inteligente con sistema fotovoltaico y celda de combustible, *Pistas educativas*, vol. 1 (520), 516-532.

Rios-Cabrera Reyes, Morales-Diaz America B., Aviles-Viñas Jaime F., Lopez-Juarez Ismael. (2016) *Robotic GMAW online learning: issues and experiments*. Journal: *Int J Adv Manuf Technol* Edit Springer, pp 2013-2014.

Sanchez Sanchez J., Álvarez Legorreta T., Pacheco Ávila J., Carrillo Briebiezca L., González Herrera R. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol VII (4), 75 – 96.

Sánchez, J. A., Álvarez, T., Pacheco, J. G., Carrillo, L., & González, R. A. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México/Groundwater Quality: Quintana Roo, Mexico, Southern Aquifer. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(4), 75.

Vales-Pinzon, C; Vega-Flick, A; Pech-May, NW; Alvarado-Gil, JJ; Medina-Esquivel, RA; Zambrano-Arjona, MA; Mendez-Gamboa, JA, (2016). Increasing the thermal conductivity of silicone based fluids using carbon nanofibers. *Journal of Applied Physics*, Vol. 120, 2051091-2051098.

Vega De Lille, M., Forstner, J., Groß, F. Benning, R. and Delgado, A. (2016) "Modeling the two-stage anaerobic digestion of domestic wastewater with the development of a monitoring application". *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 33(4), ISSN: 0104-6632.

Zamora-Villafranco E, Barceló-Quintal I.D., Vega-Paz A., Solís- Correa H.E., Méndez-Novelo R.I., Giacomani-Vallejos G. (2016). Leachate Treatment by fenton oxidation and adsorption on eggshell and activated Carbon. *British Journal of applied Science & Tecnology*. SCIENCEDOMAIN international. 17(2), 1-18. ISSN: 2231—0843 27 agosto 2016.

2017

A. Tapia, C. Cab, A. Hernandez-Perez, C. Villanueva, F. Peñuñuri, F. Aviles, (2017). The bond force constants and elastic properties of boron nitride nanosheets and nanoribbons using a hierarchical modeling approach. *Physica E*, Vol. 89, 183-193.

Albornoz Euan B., Gonzalez Herrera R. (2017) Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero yucateco bajo escenarios de cambio climático. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. Vol. 4 (11), 275 – 286. DOI: 10.19136/era.a4n11.1037.

Alejos Moo E. J., Bassam A., Flota-Bañuelos M., Oubram O., Cisneros-Villalobos L. (2017). Estimación de irradiancia empleando redes neuronales artificiales con variables meteorológicas y eléctricas de módulos fotovoltaicos. *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*, Vol. 20 (3), 147-157.

Avilés Viñas Jaime F., Peón Escalante Ricardo J., Flota Bañuelos Manuel, Castillo Atoche Alejandro A. (2017). Sistema mecatrónico 4R-servomotor: herramienta didáctica. *Revista DYNA Ingeniería e Industria Edit. Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España*.

Bassam A., May Tzuc O., Escalante Soberanis M., Ricalde L. J., Cruz B. (2017). Temperature Estimation for Photovoltaic Array Using an Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, *Sustainability*, 9 (1399), 1-16.

Cetina-Quiñones A., Bassam A., Hernández-Chan G., Hernández Benítez J., Hernández Reyes I., Lugo Chávez D. (2017). Modelación térmica de un colector solar de canal parabólico mediante el método de elementos finitos. *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*, Vol. 21 (1), 1-12.

Chan-Diaz, E., Castro-Rodriguez, R., Perez-Quintana, I., Acosta, M., Mendez-Gamboa, J., Medina Esquivel, R., Acosta, C. and Iribarren, A., (2017). Correlation of residual stress variation to electrical properties changes in ZnO thin films. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, Vol. 28, 1-4.

De la Cruz Emmanuel, Ricalde Luis, Cruz Braulio J., Pérez Eunice, Bassam Ali (2017) Diseño de un sistema de gestión energética para redes eléctricas inteligentes, *Aplicación del Saber: casos y experiencias*, Vol. 3, 673-678.

E A MARTÍN-TOVAR, R CASTRO-RODRÍGUEZ, L G DAZA, J MÉNDEZ-GAMBOA, R MEDINA-ESQUIVEL, I PEREZ-QUINTANA, A IRIBARREN, (2017). Structural and optical properties of ZnO thin films prepared by laser ablation using target of ZnO powder mixture with glue. *BULLETIN OF MATERIALS SCIENCE*, Vol. 40, 467-471.

Escalante Soberanis, M., Mithrush, T., Bassam, A. (2017). A sensitivity analysis to determine technical and economic feasibility of energy storage implementation: a flow battery case study. *Renewable Energy*.

Fröba L., Vega M., Gross F., Delgado A. (2017) "Start-up of a decentralized pilot plant for the anaerobic treatment of domestic wastewater". *Water Practice & Technology* 12(2), 386-395.

García Sosa J., Sánchez y Pinto I., González Herrera R., Osorio Rodríguez H. (2017). "Understanding by design" in *Hydraulics and Hydrology*. *International Journal of Civil Engineering*. Vol 15 (1), 13 - 19. DOI: 10-1007/s40999-016-0083-5.

Góngora-Echeverría V., Martín-Laurent F., Quintal-Franco C., Giacomán-Vallejos G. and Ponce-Caballero C. (2017). "Agricultural effluent treatment in biobed systems using novel substrates from southeaster Mexico: the relationship with physicochemical parameters of biomixtures". *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 24, Num. 3 (March) pp 1– 13. DOI 10.1007/s11356-017-8643-z

Heredia Roger, Ricalde Luis, De la Cruz Emmanuel, Pérez Eunice. (2017). Predicción de generación de potencia de arreglos fotovoltaicos mediante redes neuronales wavelet, *Aplicación del Saber: casos y experiencias*, Vol. 3, 1265-1270.

Jaime F. Avilés Viñas, Luis J. Ricalde Castellanos, Ricardo J. Peón Escalante, Alejandro A. Castillo Atoche. (2017). Control de Velocidad de Entrada Variable del Mecanismo 4R, *Revista: Pistas Educativas* Edit. Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de desarrollo académico.

Lorenzo-Flores Alfonso, Giacomán Vallejos Germán, Ponce Caballero María del Carmen, Ghoveisi Hossein (2017). "Adsorption of organophosphorus pesticides in tropical soils: The case of karst landscape of northwestern Yucatan". *Chemosphere*. 166, 292 - 299.

Luis Germán Daza, Román Castro-Rodríguez, Marco Cirerol-Carrillo, Enrique Adrián Martín-Tovar, José Méndez-Gamboa, Rubén Medina-Esquivel, Ignacio Pérez- Quintana, Augusto Iribarren, (2017). Nanocolumnar CdS thin films grown by glancing angle deposition a from sublimate vapor effusion source. *Journal of Applied and Research Technology*, Vol. 15, 271-277.

May a., Mendez R., Barceló I., Solís H., Giacomán G., (2017), "Leachate Treatment by Heterogeneous Fenton on an Activated Carbon Substrate with Fe(II) Impregnated", *Journal of Environmental Protection*, 8(1), 524-539, ISSN: 2152-2197."

May Tzuc O., Bassam A., Escalante Soberanis M. A., Venegas-Reyes E., Jaramillo O. A., Ricalde Luis J., Ordoñez Eduardo E., Hamzaoui Y. El. (2017). Modeling and optimization of a solar parabolic trough concentrator system using inverse artificial neural network, *J. Renewable Sustainable Energy* 9, 013701, 1-15.

Medina García J., Acosta César, Peón-Escalante Ricardo, Flota-Bañuelos Manuel. (2017). Aplicación del método de Verlet para la simulación de un sistema

gravitatorio de n cuerpos. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería.

Ramírez, T., Loría J., López M., Pavía N. Marrique P. (2017), The service-learning approach as a tool to improve sustainability in houses of a Mayan community. International Journal of Science and Engineering, 3 (5); 8-16.

Ramírez, T., Vega A. & Álvarez S. (2017), Thermal comfort and energy efficiency analysis of affordable houses in Merida, Mexico. International Journal of Science and Engineering, 3 (5); 1- 7.

Rosado N., Gamboa M., Escalante M. (2017). Comparación numérica y experimental de la fuerza generada sobre las secciones de un aspa a bajo números de Reynolds. Abstraction & Applications: Revista electrónica de la Facultad de Matemáticas, 16(1): 1-10.

Solís R. & González A. (2017). Analogía hidráulica para la compresión de redes en la planeación de proyectos. Ingeniería Revista Académica FIUADY, 21 (1), 41-53.

Solís R. (2017). One hundred months of construction accidents in the southeast of Mexico. British Journal of Applied Science & Technology, 20 (5), 1-13.

Wong-Villarreal A., Corzo-González H., Hernández-Núñez E., González-Sánchez A., Giacomani-Vallejos G., Yañez-Ocampo G. (2017). "Isolation of Lactic Acid Bacteria from Mexican Cream Cheese with Antimicrobial Activity". Transylvanian Review. January 2017.

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

2014

Ramírez T. & Loría J., (2015). "Diseño de una guía de evaluación del nivel de sustentabilidad de una vivienda de interés social". En: Evaluación de la vivienda construida en serie. Editorial: Plaza y Valdés S.A. de C.V. ISBN 978-607-402-737-2. pp. 122-137.

Vázquez E., Méndez R., (2014), "Energía: experimentos para aprendizaje por estudiantes universitarios", Editorial Académica Española, ISBN: 978-3-8473-5000-2, 81 p.

2015

Flota Bañuelos, M.I., Peón Escalante, R. J. y Góngora Ku, M. A. (2015). "Análisis dinámico y control del mecanismo RRRR actuado por un motor. Una Aplicación de Ingeniería Mecatrónica". Editorial: Publicia. ISBN: 978-3-639-64844-7, 85 p.

Ramírez T. & Loría J., (2015). "Evaluación del nivel de sustentabilidad de viviendas de interés social en Mérida, México". En: La tecnología y la gestión de la innovación como fuente de competitividad. Editorial: Ediciones ILCSA S.A. de C.V. ISBN 978-607-8360-50-5. pp. 122-137.

Vázquez E., Méndez R., (2015), "Competencias en Química universitaria: materiales reciclados", Editorial Académica Española, ISBN: 978-3-8473-5000-2, 53 p.

2016

César Cab Cauich, Jorge Alejandro Tapia Gonzalez, (2016). "Graphene Science Handbook: Nanostructure and atomic arrangement Functionalization and vacancy effects on hydrogen binding in grapheme". Chapter 14 "Functionalization and Vacancy Effects on Hydrogen Binding in Graphene". CRC Press: Taylor and Francis Group. ISBN: 9781466591370. pp 221-230.

César Renán Acosta, Peón Escalante, R. J. y Cruz Jiménez, B. J. (2016). "Sincronización de robots de Cadena Cinemática abierta/cerrada- 2 DOF. Control de Sistemas Físicos". Editorial: académica española. ISBN: 978-3-8417-5330-4, 70 p.

Hamzaoui Y. El., Rodriguez J. A., Puga S. A., Escalante Soberanis M. A., Bassam A. (2016). "An Approach to Codification Power on the Behavior of Genetic

Algorithms”. En: Communication in Computer and Information Science. Springer International. ISBN: 978-3-319-30447-.

May O., Ricalde L. J., Bassam A., Ordoñez López E., Venegas Reyes E., Jaramillo O. A. (2016). “Neural Network Inverse Modelling for Optimization. Artificial Neural Networks Models and Applications”, In Tech. ISBN 978-953-51-2704-8.

May Tzuc O., Bassam A., Flota Bañuelos M. (2016). “Inteligencia Artificial Aplicada en Sistemas de Concentración Solar: Modelado de la eficiencia térmica de concentradores solares parabólicos mediante redes neuronales artificiales”. Editorial: Académica Española. ISBN: 978-3-8417-5681-7.

May Tzuc O., Bassam A., Flota-Bañuelos M., Ordoñez López E. E., Ricalde Cab L., Quijano R., Vega Pasos A. E. (2016). “Thermal efficiency prediction of a solar low enthalpy steam generating plant employing artificial neural networks”. En: Communication in Computer and Information Science. Springer International. ISBN: 978-3-319-30447-2.

Méndez N.R.I., San Pedro C.L., (2016), “Adsorción vs Fenton/adsorción para tratamiento de lixiviados”, Editorial Académica Española, ISBN: 978-3-8473-5000-2, 51 p.

Oscar May, Luis J. Ricalde, Bassam Ali, Eduardo Ordoñez López, Eduardo Venegas-Reyes and Oscar A. Jaramillo (2016) Neural Network Inverse Modeling for Optimization, Artificial Neural Networks - Models and Applications, INTECH, 389-403.

Ramírez T., López M., Hau N. (2016). “Caso de éxito: aplicación del método de enseñanza: aprendizaje servicio en una comunidad maya”. En: Avances y perspectivas de la innovación, investigación y vinculación. Universidad Tecnológica Metropolitana. ISBN: 978-607-96752-7-1. pp. 299-308.

Ramírez T., López M., Pech A., (2016). “Diseño bioclimático de una vivienda, en una comunidad maya”. En: Avances y perspectivas de la innovación, investigación y vinculación. Universidad Tecnológica Metropolitana. ISBN: 978-607-96752-7-1. Pp. 421-436.

Tziu Dzib J., Alejos Moo E. J., Bassam A., Flota-Bañuelos M., Escalante Soberanis M. A., Ricalde L. J., López Sánchez M. J. (2016). “Photovoltaic Module Temperature Estimation: A Comparison between Artificial Neural Networks and Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems Models”. En: Communication in Computer and Information Science. Springer International. ISBN: 978-3-319-30447-2.

Vázquez B.E.R., Méndez N.R.I., (2016), “Métodos matemáticos: Aprendizaje activo de Química y Matemáticas”, ISBN: 978-3-8473-5000-2, 67 p.

2017

Alonzo M., López M., Ramírez T., (2017). “Responsabilidad social universitaria, una propuesta hacia una educación virtual de calidad en ingeniería”. En: Innovación, Vinculación y Educación. Universidad Tecnológica Metropolitana. ISBN: 978-607-97344-1-1. pp. 370-386.

Ramírez T., Álvarez S., Alonzo M., (2017). “La vivienda, las ecotecnologías y la sustentabilidad”. En: Innovación, Vinculación y Educación. Universidad Tecnológica Metropolitana. ISBN: 978-607-97344-1-1. pp. 31-42.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

2015

Design and implementation of reconfigurable architectures for real-time enhancement/reconstruction of remote sensing imagery, Responsable Alejandro Castillo, Fuente Financiamiento CONACYT FOMIX, fondo 2,998,000.00 pesos, fecha de conclusión octubre 2015.

Design of intelligent microgrids for the generation of renewable energy sources, Responsable Alejandro Castillo, Fuente Financiamiento CONACYT CIENCIA BÁSICA, fondo 720,000.00 pesos, fecha de conclusión octubre 2015.

Diseño e implementación de un rectificador activo con corrección de factor de potencia. Responsable Manuel Flota, fuente de financiamiento PROMEP. Clave PROMEP /103.5/12/4306.

Integración de los conocimientos del diseño y construcción. Responsable Romel Solís C., fuente de financiamiento PRODEP, Clave SISTPROY FING-2013-0002, fecha de conclusión 9 de febrero de 2015.

Reducción de la vulnerabilidad de estructuras de mampostería ante riesgos naturales (Tercera Parte). Responsable: Jorge Luis Varela Rivera, fuente de financiamiento: PROMEP. Clave SISTPROY FING-2015-003, fecha de conclusión 15 de diciembre 2015.

2016

“Evaluación de la calidad del agua subterránea que subyace a la ciudad de Mérida y su impacto en la zona costera del Estado de Yucatán”. Clave: Responsable: Dr. Germán Giácoman Vallejos (Eduardo Graniel Castro). Colaboradores: Dra. Carmen Ponce Caballero. CONAGUA-2010-02-148167 (2009 – 2016).

“Inmovilización de un consorcio microbiano en soportes de quitina para la degradación de fenantreno en agua de mar”. Responsable: Ponce Caballero María del Carmen. Participantes: Dr. German Giácoman Vallejos, Carlos Quintal, Franco, Iván Moreno Andrade. Fuente de financiamiento: Conacyt, Ciencia-Básica. UADY-FING-2011-01 (2011-2016).

Identificación de descargas de agua subterránea en Celestún Yucatán. Aplicación de vehículos no tripulados en estudios hidrológicos. Responsable: Roger González Herrera. Fuente de financiamiento: Integración de Redes Temáticas de Colaboración Académica. Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior. Secretaría de Educación Pública. Clave SISTPROY FING-2015-003. Fecha de conclusión: 30 de noviembre de 2016.

Proyecto Técnico, Empresa KeKen, Estudio térmico de la lámina Ultralam (2.5 mm), Estudio térmico de la lámina Ultralam Extensión (2 mm y 3 mm). Responsable Lifter Ricalde, fuente de financiamiento KeKen. (2016).

Robot pendular doméstico para asistencia, acompañamiento y vigilancia, Responsable Alejandro Castillo, Fuente Financiamiento CONACYT-InnovaPyme, fondo 550,000.00 pesos, fecha de conclusión diciembre 2016.

2017

Cuantificación e Identificación de partículas viables (Hongos y Bacterias) así como Biogás y compuestos orgánicos volátiles en lagunas de oxidación en terrenos de MASECA y zona de Influencia”. Responsable: Dr. Germán Giácoman Vallejos y Dra. Carmen Ponce Caballero. Colaboradores: Roger Méndez Novelo y Dr. Carlos Quintal Franco. Fuente de financiamiento: Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA). SISTPROY-UADY: FING-2016-0009 (2016-2017).

El uso de BIM para documentar edificios existentes y apoyar las tareas de operación y mantenimiento de un campus universitario. Responsable Sergio Álvarez Romero, fuente de financiamiento PRODEP. Clave SISTPROY FING-20415-0005, fecha de conclusión enero 15 de enero 2017.

Integración de Energía Solar Fotovoltaica a la Red Eléctrica Región Norte. Responsable Mauricio Escalante, fuente de financiamiento CONACYT-SENER. Número de registro 000000000274339.

Métodos híbridos para la predicción de generación de potencia eléctrica a partir de energía solar y eólica. Responsable del proyecto Mauricio Escalante, fuente de financiamiento CONACYT-SENER. Número de registro 000000000274339.

Sistema de concentradores solares de canal parabólico para la generación de calor de proceso: diseño, construcción y evaluación. Responsable Ali Bassam, fuente de financiamiento PROMEP. Clave PROMEP 2015 103.5/15/10486. (10/2015-04/2017).

PATENTES

2014

M. Flota-Bañuelos, A. Bassam, Título de la patente “Sistema direccional móvil de enfriamiento por convección natural para paneles fotovoltaicos”, Clave: MX/A/2014/015565.

2016

A. Bassam, M. Flota-Bañuelos, E. Ordoñez-López, L. Ricalde-Cab, Título de la patente “Concentrador solar híbrido para calentamiento líquido”, Clave: MX/A/2016/002940.

2017

A. Bassam, M. Flota-Bañuelos, O. May-Tzuc, Título de la patente “Paquete computacional para dimensionamiento y análisis térmico de Concentradores solares de canal parabólico de escala industrial”, Número de registro en el registro público de derecho de autor: 03-2017-022309380200-01.

TESIS DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA



OPCIÓN AMBIENTAL

2014

Q. I. CLAUDIA MANÉ GUTIÉRREZ SOLÍS
“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEGRADADORA DE FENANTRENO EN AGUA DE MAR POR CEPAS PURAS”

Octubre 23 de 2014

María del Carmen Ponce Caballero

LIC. EN DISEÑO INDUSTRIAL KARLA CRISTINA SOSA VIDAL
“VULNERABILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE YUCATÁN MEDIANTE EL MÉTODO COP”

Octubre 13 de 2014

Julia Guadalupe Pacheco Ávila

ING. BIOQUÍMICO IRMA LIZARRAGA CASTRO
“EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN EL TRANSECTO MÉRIDA-PROGRESO, YUCATÁN”

Noviembre 27 de 2014

Germán Giacoman Vallejos

ING. EN CIENCIAS AMBIENTALES MANUEL ALEJANDRO FERNÁNDEZ ROBLERO

“EVALUACIÓN DE UN REACTOR A ESCALA LABORATORIO PARA LA DEGRADACIÓN DE FENANTRENO”

Diciembre 8 de 2014

Carlos Alberto Quintal Franco

I. Q. I. MARIEL BELÉN CHACÓN DE LA RIVA
“TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL PROCESO ANAERÓBICO DE AGUAS PORCINAS MEDIANTE BIODISCOS”

Diciembre 11 de 2014

Elba René Castillo Borges

ING. CIVIL MARÍA EUGENIA AYORA DOMÍNGEZ
“CARACTERIZACIÓN DEL AGUA EN CENOTES LOCALIZADOS EN DOS ZONAS DEL ANILLO DE CENOTES”

Diciembre 12 de 2014

Santos Armando Cabrera Sansores

2015

I. Q. I. LORETY GRETHEL BOBADILLA CABAÑAS
“EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE NITRATOS EN EL AGUA
SUBTERRÁNEA DE LA ZONA GEOHIDROLÓGICA CÍRCULO DE CENOTES
DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO”

Octubre 15 de 2015

Julia Guadalupe Pacheco Ávila

ING. AMBIENTAL CAMILO GABRIEL CHAN CEH
“CALIDAD DEL AGUA PARA IRRIGACIÓN EN LA REGIÓN
HIDROGEOLOGÍA “SEMICÍRCULO DE CENOTES” DEL ESTADO DE
YUCATÁN”

Octubre 29 de 2015

Julia Guadalupe Pacheco Ávila

ING. AMBIENTAL GRISEL ANAHÍ CERVANTES COCOM
“REGENERACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DEL PROCESO FENTON-
ADSORCIÓN AL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS”

Noviembre 12 de 2015

Elba René Castillo Borges

Q. I. ALFREDO JAVIER CÓRDOVA LIZAMA
“VERMICOMPOSTEO MODIFICADO COMO OPCIÓN PARA LA
DEGRADACIÓN DE DESECHOS DE PAPEL”

Noviembre 17 de 2015

Elba René Castillo Borges

LIC. EN BIOLOGÍA BETH SUA IZTACCIHUATL ALBORNOZ EUÁN
“ANÁLISIS DE RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”

Noviembre 25 de 2015

Roger Amílcar González Herrera

ING. AMBIENTAL LITTBARSKI LAZO GÓMEZ
“EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE ELEMENTOS TRAZA Y CALIDAD
DEL AGUA EN EL ACUÍFERO DE LA ZONA MÉRIDA-PROGRESO, YUCATÁN”

Diciembre 11 de 2015

Eduardo Hidalgo Graniel Castro

LIC. EN BIOLOGÍA FABIOLA VIRIDIANA CARDEÑA ECHALAZ
“DIAGNÓSTICO DEL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS EN AGRICULTURA
A CIELO ABIERTO Y PROTEGIDA EN LOCALIDADES TIPO DEL ESTADO DE
YUCATÁN, MÉXICO”

Diciembre 15 de 2015

María del Carmen Ponce Caballero

2016

ING. FÍSICO ANGÉLICA ESTHER AKÉ CAUICH
**“VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA
SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE YUCATÁN”**

Febrero 24 de 2016

Santos Armando Cabrera Sansores

Q. I. OCTAVIO JOSUÉ POOT COBÁ
**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEGRADADORA DE FENANTRENO EN
AGUA DE MAR POR UN CONSORCIO MIXTO EN UN REACTOR DE LECHO
FLUIDIZADO”**

Junio 30 de 2016

Carlos Alberto Quintal Franco

ING. CIVIL BERENICE JUÁREZ SANTANA
**“SIMULACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ACUÍFERO
DE YUCATÁN”**

Noviembre 4 de 2016

Roger Amílcar González Herrera

HIDROBIÓLOGO LAURA ROCÍO QUIÑONES RODRÍGUEZ
**“DELIMITACIÓN DE UNA UNIDAD DE RESERVA HIDROLÓGICA EN EL
KARST DEL ESTADO DE YUCATÁN INTEGRANDO LOS SERVICIOS
AMBIENTALES”**

Noviembre 23 de 2016

Carlos Zetina Moguel

ING. AMBIENTAL EDGAR AUGUSTO CÓRDOVA MÉNDEZ
**“EFECTO DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA EN LA
EFICIENCIA DE DISIPACIÓN DE PLAGUICIDAS EN CAMAS BIOLÓGICAS”**

Diciembre 12 de 2016

María del Carmen Ponce Caballero

ARQTO. GABRIELA GENNY VILLANUEVA GÓMEZ
**“ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA ZONA ANILLO DE CENOTES
DEL ESTADO DE YUCATÁN”**

Diciembre 14 de 2016

Julia Guadalupe Pacheco Ávila

2017

I. Q. I. ALEXANDRA ISELA LÓPEZ PADILLA

**“EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE FENANTRENO SOBRE EL
CRECIMIENTO DE UN CONSORCIO BACTERIANO”**

Marzo 21 de 2017

Carlos Alberto Quintal Franco

ING. AMBIENTAL YAJAYRA NATALI MADERA PECH

**“MICROORGANISMOS EN LA RIZÓSFERA DEL MANGLE AVICENNIA
GERMINANS EN SITIOS CON DIFERENTE ESTADO ECOLÓGICO”**

Junio 26 de 2017

María del Carmen Ponce Caballero

LIC. EN BIOLOGÍA FÁTIMA JHOSELYN NOVELO SEGURA

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ADN DE MICROARREGLOS
PARA DETECTAR MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN AGUA DE UNA
PLANTA DE TRATAMIENTO POR LODOS ACTIVADOS”**

Septiembre 8 de 2017

María del Carmen Ponce Caballero

OPCIÓN CONSTRUCCIÓN

2014

ARQTO. ARELY DEL PILAR CHAN ARCEO

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE LA MADUREZ DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE PROYECTOS HABITACIONALES”

Enero 27 de 2014

Gilberto Abenamar Corona Suárez

ING. CIVIL JULIO CÉSAR PACHO MONFORTE

“DESEMPEÑO A MEDIANO PLAZO DE DOS ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN AL CONCRETO CONTRA EL EFECTO DEL CLORURO EN UN AMBIENTE MARINO”

Septiembre 26 de 2014

Eric Iván Moreno

ING. CIVIL JUAN ALBERTO BE GARCÍA

“ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS DEL ESTADO DE YUCATÁN”

Noviembre 20 de 2014

José Antonio González Fajardo

ING. CIVIL ADIEL ULISES CAUICH NAIL

“IMPACTO DE LA PRÁCTICA DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL (RSE) EN LOS CLIENTES AL ELEGIR UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA”

Diciembre 10 de 2014

José Humberto Loría Arcila

ING. CIVIL MIGUEL ÁNGEL ALCO CER FRAGA

“ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO CON AGREGADOS CALIZOS TRITURADOS”

Diciembre 11 de 2014

Romel Gilberto Solís Carcaño

2015

ARQTO. MÓNICA GUZMÁN CORONADO

“SESGOS DE LA EVALUACIÓN EX-ANTE EN LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA LIBRE DE PEAJE EN YUCATÁN”

Diciembre 9 de 2015

Gilberto Abenamar Corona Suárez

ING. CIVIL CARMEN SARAHÍ MORFÍN GARCÍA
“CONTROL INTEGRADO DE COSTO Y TIEMPO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”

Diciembre 10 de 2015

Romel Gilberto Solís Carcaño

ING. CIVIL CARLOS ALBERTO ORTIZ CAHUN
“DEGRADACIÓN AMBIENTAL DE LAS PINTURAS LÁTEX Y SU EFECTO EN EL CONCRETO”

Diciembre 14 de 2015

Eric Iván Moreno

ING. CIVIL CARLOS ARTURO OSORIO SANDOVAL
“DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DEL AUSENTISMO DE LA MANO DE OBRA SOBRE EL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA”

Diciembre 16 de 2015

Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

2016

ING. CIVIL FRANCISO JAVIER RODRÍGUEZ GAMBOA
“DETERMINACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADMINISTRATIVOS QUE DEBEN POSEER LOS INGENIEROS CIVILES O ARQUITECTOS ENCARGADOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE UNA PYME CONSTRUCTORA”

Febrero 26 de 2016

José Humberto Loría Arcila

ARQTO. ELSA AMÉRICA DEL CARMEN BAAS CRUZ
“PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD DE MÉRIDA”

Febrero 29 de 2016

José Antonio González Fajardo

ING. CIVIL CARLOS ADRIÁN MALDONADO ECHEVERRÍA
“DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA INTEGRACIÓN DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS”

Marzo 11 de 2016

Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

ING. CIVIL MARICELA LAGUNA HERNÁNDEZ
**“DETERMINACIÓN DE CRITERIOS PARA GENERAR MODELOS BIM
APLICABLES EN LA ADMINISTRACIÓN DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN”**
Mayo 23 de 2016
Julio Baeza Pereyra

ING. CIVIL CARLOS JOEL SANTIAGO ABÁN
**“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CAPACITACIÓN EN LA
CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA
CIUDAD DE MÉRIDA”**
Noviembre 29 de 2016
José Humberto Loría Arcila

ING. CIVIL LAURA VICTORIA HUERFANO LÓPEZ
**“DETERMINACIÓN DEL GRADO DE IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES QUE
INCIDEN EN LA CALIDAD DE LA VIVIENDA Y EL SERVICIO AL CLIENTE EN
LA CIUDAD DE MÉRIDA”**
Diciembre 5 de 2016
Selene Aimée Audeves Pérez

ING. CIVIL ANA CRISTINA CABRERA PÉREZ
**“CAPITAL HUMANO Y ESTRUCTURAL EN LAS EMPRESAS
CONSTRUCTORAS DEL ESTADO DE YUCATÁN”**
Diciembre 6 de 2016
Romel Gilberto Solís Carcaño

ING. CIVIL ABRIL ALESSIA DORANTES SANSORES
**“FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL SOBRECOSTO DE LOS PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN EN YUCATÁN”**
Diciembre 9 de 2016
Sergio Omar Álvarez Romero

ING. CIVIL ANA GUADALUPE VÁZQUEZ ROSADO
**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA VIVIENDA EN
MÉRIDA, YUCATÁN”**
Diciembre 14 de 2016
Gilberto Abenamar Corona Suárez

2017

ARQTO. PAMELA LETICIA ALCALÁ CETZ

**“SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SIG Y BIM”**

Julio 11 de 2017

Selene Aimée Audeves Pérez

OPCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES

2014

ING. FÍSICO HUMBERTO ALFONSO GUILLERMO PALOMO
“ESTUDIO DE PROPIEDADES DE TRANSPORTE ELECTRÓNICO EN CELDAS SOLARES DE CdTe”

Marzo 27 de 2014

Inés Margarita Riech Méndez

ING. EN MECATRÓNICA GLENDY ANYALI CATZIN CONTRERAS
“IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE UN ESQUEMA DE CONTROL REPETITIVO PARA COMPENSACIÓN ARMÓNICA”

Julio 17 de 2014

Gerardo Escobar Valderrama

ING. MECÁNICO ELECTRISISTA VÍCTOR AUGUSTO CORONA CRUZ
“CONTROL DE VOLTAJE MEDIANTE INVERSORES FOTOVOLTAICOS EN REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES”

Septiembre 23 de 2014

Luis Josué Ricalde Castellanos

ING. CIVIL REYES ALFONSO HERNÁNDEZ CASTILLO
“ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS DE ZnS PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES DE CdTe”

Octubre 15 de 2014

Milenis Acosta Díaz

ING. FÍSICO ALICIA DEL JESÚS BORGES POOL
“ESTUDIO DE DEGRADACIÓN DE CELDAS SOLARES DE CdTe/CdS A TRAVÉS DE INTEMPERISMO ACELERADO”

Octubre 20 de 2014

José Ángel Méndez Gamboa

ING. ELECTRÓNICO HUSSEIN ASIS VALDIVIEZO SOGBI
“GESTIÓN INTELIGENTE DE REDES ELÉCTRICAS CON FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES”

Diciembre 9 de 2014

Alejandro Arturo Castillo Atoche

2015

ING. FÍSICO DAVID FRANCISCO BALAM TAMAYO
**“DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE CORRIENTE DEL LADO DEL
INVERSOR PARA UN CONVERTIDOR FOTOVOLTAICO DC-AC”**

Enero 26 de 2015

Gerardo Escobar Valderrama

ING. FÍSICO JOSUÉ ALBERTO ALONZO CHAVARRÍA
**“CONTROL DE INVERSOR FOTOVOLTAICO PARA REDES ELÉCTRICAS
INTELIGENTES”**

Enero 28 de 2015

Gerardo Escobar Valderrama

ING. EN MECATRÓNICA IGNACIO ENRIQUE LLANEZ CABALLERO
**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE ARREGLOS
FOTOVOLTAICOS”**

Enero 29 de 2015

Gerardo Escobar Valderrama

ING. ELÉCTRICO CIELO ESTHER BAUTISTA ARANA
**“PRONÓSTICO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA PARA SISTEMAS DE
GENERACIÓN INTERCONECTADOS A LA RED”**

Diciembre 16 de 2015

Luis Josué Ricalde Castellanos

ING. ELECTRÓNICO GILBERTO GUZMÁN MARTÍNEZ
**“ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO LIGHT SOAKING EN CELDAS
SOLARES DE CdS/CdTe”**

Diciembre 17 de 2015

Inés Margarita Riech Méndez

ING. EN MECATRÓNICA ROCÍO FABIOLA ACOSTA MÉNDEZ
**“ESTUDIO DE FOTOÁNODOS DE ÓXIDO DE TUNGSTENO PARA LA
GENERACIÓN DE HIDRÓGENO”**

Diciembre 17 de 2015

Milenis Acosta Díaz

2016

ING. EN MECATRÓNICA ERNESTO JULIÁN PERAZA CASTILLO
**“CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE EL DESARROLLO
DE UN INVERSOR FOTOVOLTAICO CON OPERACIÓN NOCTURNA
CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA”**

Febrero 26 de 2016

Manuel Israel Flota Bañuelos

ING. FÍSICO DAVID ANDRÉS CANTO REYES
“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FULLERENOS EN LA ESTRUCTURA P3HT:PCBM PARA APLICACIONES EN CELDAS SOLARES ORGÁNICAS”

Febrero 29 de 2016

Milenis Acosta Díaz

ING. EN SISTEMAS AMBIENTALES MISAEL ALEJANDRO GALINDO SALAZAR
“INFLUENCIA DEL MÉTODO DE CRECIMIENTO DE LA CAPA DE CdS EN LA EFICIENCIA DE CELDAS SOLARES DE CdTe”

Febrero 29 de 2016

Inés Margarita Riech Méndez

LIC. EN INGENIERÍA MECATRÓNICA JOSÉ GABRIEL HERNÁNDEZ PÉREZ
“ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO CON TÉCNICAS DE MÉTODOS NUMÉRICOS”

Abril 8 de 2016

Francisco Ramón Peñuñuri Anguiano

ING. FÍSICO IRVING SANTIAGO PEÑA QUINTAL
“ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO LOCAL A CORTO PLAZO, MEDIANTE SERIES TEMPORALES, EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD MÉRIDA, YUCATÁN”

Julio 7 de 2016

Oswaldo Carvente Muñoz

ING. FÍSICO ÓSCAR DE JESÚS MAY TZUC
“MODELACIÓN DE UN SISTEMA DE CONCENTRADORES SOLARES DE CANAL PARABÓLICO EMPLEANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES”

Julio 11 de 2016

Bassam Ali

ING. CIVIL JUAN PABLO LÓPEZ ORTIZ
“DISEÑO DEL ELEMENTO EXTERIOR DE UN DIFUSOR PARA UNA MINI TURBINA EÓLICA”

Noviembre 10 de 2016

Mauricio Gamboa Marrufo

ING. EN ELECTRÓNICA MARCO ANTONIO KOH VALLE
“ESTUDIO DE LOS MECANISMOS DE PÉRDIDA EN MINI-MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE PELÍCULA DELGADA (CdTe)”

Diciembre 13 de 2016

Inés Margarita Riech Méndez

ING. EN MECATRÓNICA JOSÉ PABLO MARTÍNEZ BAZÁN
**“ESTUDIO DE CAPAS DELGADAS DE CdS CRECIDAS POR CSS CON
ROTACIÓN DE SUBSTRATO PARA CELDAS SOLARES DE CdS/CdTe”**
Diciembre 15 de 2016
Ignacio Vicente Pérez Quintana

2017

LIC. EN INGENIERÍA MECATRÓNICA ROBERTO ISAAC RICO CAMACHO
**“SEGUIDOR DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA PARA VARIACIONES
RÁPIDAS DE IRRADIACIÓN”**
Febrero 23 de 2017
Gerardo Escobar Valderrama

LIC. EN INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA MARIO
ALBERTO SERRANO CANUL
**“MODELADO MATEMÁTICO DE UNA CHIMENEA SOLAR PARA EL
DESARROLLO DE TÉCNICAS DE VENTILACIÓN PASIVA PARA LA
VIVIENDA”**
Febrero 24 de 2017
María Milagrosa Pérez Sánchez

ING. EN MECATRÓNICA EMMANUEL DE LA CRUZ MAY
**“DISEÑO DE UNA RED INTELIGENTE CON FUENTES DE ENERGÍAS
RENOVABLES”**
Febrero 24 de 2017
Luis Josué Ricalde Castellanos

ING. ELECTROMECAÁNICO CARLOS EDUARDO CAMPO ORTEGA
**“INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN INTERRUPTOR
TÉRMICO USANDO VACÍO Y NANOFUIDOS INTELIGENTES”**
Agosto 28 de 2017
Rubén Arturo Medina Esquivel

OPCIÓN ESTRUCTURAS

2014

ING. CIVIL JULIO BAEZA QUINTERO

“COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA DE TABIQUES SÓLIDOS DE ARCILLA CON DIFERENTE RELACIÓN DE ASPECTO”

Octubre 8 de 2014

Jorge Luis Varela Rivera

LIC. EN INGENIERÍA CIVIL EDGAR HERIBERTO UC MEJÍA

“EVALUACIÓN Y PROPUESTA ESTRUCTURAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TEMPLO DE DZIDZANTÚN”

Noviembre 21 de 2014

Roberto de la Cru Centeno Lara

ING. CIVIL ANA ISABEL ROSADO GRUINIAL

“DESEMPEÑO ELÁSTICO Y PLÁSTICO DEL CONCRETO FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS DE ORIGEN CALIZO DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN”

Noviembre 24 de 2014

Eric Iván Moreno

ING. CIVIL EMMANUEL SOLÍS ALCOCER

“REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON RELACIÓN DE ASPECTO MAYOR A UNO, SUJETOS A CARGAS EN EL PLANO”

Noviembre 26 de 2014

Luis Enrique Fernández Baqueiro

2015

LIC. EN INGENIERÍA CIVIL JAVIER ALÉ HERNÁNDEZ SANTILLAN

“COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO SUJETA A COMPRESIÓN AXIAL”

Octubre 19 de 2015

Luis Enrique Fernández Baqueiro

LIC. EN INGENIERÍA CIVIL ADDA ESPERANZA PRIETO COYOC
**“COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA SUJETOS A CARGAS LATERALES: EFECTO DE LA RELACIÓN
DE ASPECTO”**

Octubre 28 de 2015

Jorge Luis Varela Rivera

ING. CIVIL ISRAEL VENTURA OJEDA

**“RESISTENCIA A CORTANTE DE MUROS ESPECIALES DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA”**

Diciembre 14 de 2015

Luis Fernández Baqueiro

ING. CIVIL CRISTIAN JOEL DOMÍNGUEZ SANDOVAL

**“SECUENCIA DE FALLA DE LOS COMPONENTES DE CUBIERTA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL POR ACCIÓN DEL VIENTO”**

Diciembre 15 de 2015

Mauricio Gamboa Marrufo

2016

LIC. EN INGENIERÍA CIVIL REBECA VISAIRO MÉNDEZ

**“EFECTO DE LA CARGA DE SERVICIO Y CONTAMINACIÓN POR CLORUROS
EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y ELECTROQUÍMICO DE TRABES DE
CONCRETO REFORZADO SUJETAS A FLEXIÓN”**

Marzo 8 de 2016

Eric Iván Moreno

ING. CIVIL ANDRÉS SANTIAGO PALEO TORRES

**“MODELACIÓN DEL AGRIETAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA, CON RELACIÓN DE ASPECTO DE 0.75, SUJETOS A CARGAS
UNIFORMES FUERA DEL PLANO”**

Agosto 31 de 2016

Luis Enrique Fernández Baqueiro

ING. CIVIL JOSÉ ALBERTO GAMBOA VILEGAS

**“COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA SUJETOS A CARGA LATERALES: EFECTO DE LA CARGA
AXIAL”**

Octubre 13 de 2016

Jorge Luis Varela Rivera

ING. CIVIL MARIEL OJEDA ANDREA TUZ
“MODELACIÓN PROBABILISTA DE VELOCIDADES REGIONALES DE VIENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN”

Octubre 18 de 2016

Luis Enrique Fernández Baqueiro

ING. CIVIL JAVIER ALFREDO G. CANTÓN DÍAZ
“COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON ELEMENTOS CONFINANTES DE SECCIÓN TRANSVERSAL MÍNIMA”

Octubre 27 de 2016

Jorge Luis Varela Rivera

2017

ING. CIVIL FELIPE LEÓN CHABLÉ
“ESTUDIOS PRELIMINARES DE LA CORROSIÓN EN TRABES DE CONCRETO CON BARRAS DE 10mm Y 13mm DE DIÁMETRO”

Febrero 20 de 2017

Jorge Luis Varela Rivera

TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERÍA



OPCIÓN AMBIENTAL

2015

M. I. ANNETTE YABEL ROJAS FABRO

“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN DE POZOS EN UN ACUÍFERO KÁRSTICO”

Diciembre 4 de 2015

Julia Guadalupe Pacheco Ávila

2017

M. I. A. ALFONSO LORENZO FLORES

“PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL TRANSECTO MÉRIDA-PROGRESO, YUCATÁN”

Enero 27 de 2017

Germán Giacoman Vallejos

M. I. VIRGILIO RENÉ GÓNGORA ECHEVERRÍA

“DISIPACIÓN DE PLAGUICIDAS EN BIOMEZCLAS ORGÁNICAS USADAS COMO SUSTRATOS EN CAMAS BIOLÓGICAS”

Marzo 24 de 2017

María del Carmen Ponce Caballero

M. I. ARMÍN ALEJANDRO MAY MARRUFO

“DESARROLLO DE NANOCATALIZADORES IMPREGNADOS EN CARBÓN ACTIVO PARA LA ADSORCIÓN DE COMPUESTOS PRESENTES EN LOS LIXIVIADOS”

Junio 8 de 2017

Roger Iván Méndez Novelo

OPCIÓN CONSTRUCCIÓN

2015

M. I. LUIS FELIPE JIMÉNEZ TORREZ

“DURABILIDAD DEL CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO DE ALTA ABSORCIÓN”

Junio 10 de 2015

Eric Iván Moreno

OPCIÓN ESTRUCTURAS

2014

M. I. JOEL ALBERTO MORENO HERRERA

“PROPUESTA DE DISEÑO PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS UNIFORMES FUERA DEL PLANO”

Diciembre 15 de 2014

Jorge Luis Varela Rivera

2016

M. I. DANTE NAVARRETE MACÍAS

“COMPORTAMIENTO FUERA DEL PLANO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGAS SÍSMICAS: EFECTO DE LA CARGA AXIAL Y LA RELACIÓN DE ASPECTO”

Junio 14 de 2016

Jorge Luis Varela Rivera