



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

SRT-27

### SOLICITUD DE PRÓRROGA DE PERSONAL ACADÉMICO

SECRETARIO GENERAL

MTR. NORBERTO MANJARREZ ÁLVAREZ

FECHA	DÍA	MES	AÑO
	02	07	2015

CONFORME A LO PREVISTO EN EL REGLAMENTO DE INGRESO, PROMOCIÓN Y PERMANENCIA DEL PERSONAL ACADÉMICO ARTÍCULOS 151 BIS, 156, 156-12 SE SOLICITA LA SIGUIENTE PRÓRROGA:

CONCURSO DE EVALUACIÓN CURRICULAR <input type="checkbox"/>		PERSONAL ACADÉMICO VISITANTE <input checked="" type="checkbox"/>		PERSONAL ACADÉMICO QUE OCUPA CÁTEDRA <input type="checkbox"/>				
No. DE CONVOCATORIA _____								
NOMBRE DE LA CÁTEDRA _____								
APELLIDO PATERNO ROJAS		APELLIDO MATERNO GARCÍA		NOMBRE (S) ELIZABETH				
				No. DE EMPLEADO 28938				
UNIDAD AZCAPOTZALCO			DIVISIÓN CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA					
DEPARTAMENTO CIENCIAS BÁSICAS								
CATEGORÍA Y NIVEL TITULAR "C"			TIEMPO DE DEDICACIÓN COMPLETO					
HORARIO LU-VI DE 10:00 A 18:00								
FECHA DE INICIO DE LA CONTRATACIÓN	DÍA 01	MES 11	AÑO 2014	FECHA DE TÉRMINO DE LA CONTRATACIÓN	DÍA 31	MES 10	AÑO 2015	No. DE PLAZA DEFINITIVA QUE CUBRE (sólo en caso de evaluación curricular)
FECHA DE INICIO DE LA PRÓRROGA	DÍA 01	MES 11	AÑO 2015	FECHA DE TÉRMINO DE LA PRÓRROGA	DÍA 31	MES 10	AÑO 2016	

**ACTIVIDADES A REALIZAR**

IMPARTIR LAS UEA DE: ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EN INGENIERÍA, ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO, CINÉTICA Y CATÁLISIS, REACTORES HOMOGÉNEOS, REACTORES HETEROGÉNEOS, APLICACIONES INDUSTRIALES DE CATALIZADORES HETEROGÉNEOS, SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE MATERIALES CATALÍTICOS, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS NANOMATERIALES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES. DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION. ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE CO2 EN MATERIALES HÍBRIDOS ORGÁNICOS (MOFs), DESDE LA SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL, ESPECTROSCÓPICA Y TEXTURAL, ASÍ COMO LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE CO2 A BAJAS Y ALTAS PRESIONES. DIRIGIR O CO-DIRIGIR PROYECTOS TERMINALES (PT) Y TESIS DE INVESTIGACION DE MAESTRÍA Y DOCTORADO.

**DOCUMENTOS QUE ANEXA**

DOCUMENTOS PROBATARIOS DE LA SUBSISTENCIA DE LA NECESIDAD ACADÉMICA <input checked="" type="checkbox"/>	FORMA MIGRATORIA (FM) <input type="checkbox"/>
PROYECTO DE CONTRATO ANTERIOR <input checked="" type="checkbox"/>	INFORME DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS <input type="checkbox"/>
	PASAPORTE <input type="checkbox"/>

**DIRECTOR DE DIVISIÓN**

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA

**JEFE DE DEPARTAMENTO**

\_\_\_\_\_  
DR. DAVID ENZARRARAZ MARTÍNEZ  
NOMBRE Y FIRMA

**Para uso exclusivo de los Profesores Visitantes y de Cátedra**

Aprobada en la Sesión No. \_\_\_\_\_  
del Consejo Divisional de fecha \_\_\_\_\_  
DÍA                      MES                      AÑO

**PRESIDENTE DEL CONSEJO DIVISIONAL**

\_\_\_\_\_  
DR. LUIS ENRIQUE NOREÑA FRANCO  
NOMBRE Y FIRMA

T1 Rector General - DIPPA      T4 Jefe de Departamento  
 T2 Rector de Unidad            T5 DIPPA  
 T3 Director de División        T6 Consejo Divisional



DCB-482.15.  
02 de julio del 2015.

**Dr. Luis Enrique Noreña Franco**  
Presidente del Consejo Divisional de la  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
P r e s e n t e

Por este conducto solicito atentamente a Usted, incluir en el orden del día del próximo Consejo Divisional, la solicitud de prórroga de contratación como Profesor Visitante de la **Dra. Elizabeth Rojas García**, por un año a partir del 01 de noviembre del 2015. El recurso a utilizar es:

< 2700 >.

Anexo al presente la carta de solicitud del Dr. Enrique Aduna Espinosa, Jefe del Área de Química de Materiales, así como el informe de actividades, el plan de trabajo y el curriculum vitae que presenta la Dra. Rojas García.

Atentamente"  
<Casa Abierta al Tiempo>

  
**Dr. David Elizarraraz Martínez**  
Jefe del Departamento de Ciencias Básicas



Ccp. Dra. Ma. Lourdes Delgado Núñez - Secretaria Académica de la División de C.B.e I.

1° de julio de 2015  
AQM-41/15

Dr. David Elizarraraz Martínez  
Jefe del Departamento de Ciencias Básicas  
Presente.

Por este medio le solicito se realicen los trámites correspondientes para la prórroga por un año de la contratación como profesor visitante de la Dra. Elizabeth Rojas García.

Se anexa el curriculum vitae, informe de actividades del periodo correspondiente y plan de trabajo.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
"Casa abierta al tiempo"

  
Dr. Enrique Aduna Espinosa  
Jefe del Área de Química de Materiales

ccp. expediente

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO  
1° DE JULIO DE 2015  
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

**NOTIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTO  
O AJUSTE DE RELACIÓN LABORAL**

No.	FECHA		
	DÍA	MES	AÑO
	11	11	2014

PRESENTE. NOMBRE COMPLETO LIC. DIANA ARACELI FLORES MORA

PRÓRROGA PROFESOR VISITANTE    
  REINCORPORACIÓN    
  PRÓRROGA DE CÁTEDRA

NOMBRE DEL TRABAJADOR ROJAS GARCÍA ELIZABETH			No. DE EMPLEADO 28938	
NACIONALIDAD MEXICANA	EDAD 35 AÑOS	SEXO FEMENINO	ESTADO CIVIL SOLTERO (A)	
DOMICILIO TELEFONO CORREO POSTAL				

UNIDAD AZCAPOTZALCO	DIVISIÓN CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA	DEPARTAMENTO CIENCIAS BÁSICAS
------------------------	---	----------------------------------

CLASIFICACIÓN PROFESOR	CATEGORÍA Y NIVEL TITULAR "C"	
TIEMPO DE DURACIÓN TIEMPO COMPLETO	No. DE HORAS 40 HORAS	TURNOS Y HORARIO L-V DE 10:00 A 18:00 HORAS

**ACTIVIDADES A REALIZAR**

Impartir las UEA de: Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería, Estructura Atómica y Enlace Químico, Cinética y Catálisis, Reactores Homogéneos, Reactores Heterogéneos, Aplicaciones Industriales de Catalizadores Heterogéneos, Síntesis, Caracterización y Evaluación de Materiales Catalíticos, Ciencia y Tecnología de los Nanomateriales y Caracterización de los Materiales.

Desarrollo del proyecto de investigación: Estudio de la capacidad de adsorción de CO2 en materiales híbridos orgánicos (MOFs), desde la síntesis, caracterización microestructural, espectroscópica y textural, así como la determinación de la capacidad de adsorción de CO2 a bajas y altas presiones.

Dirigir o co-dirigir proyectos terminales (PT) y tesis de investigación de maestría y doctorado.

TIPO DE CONTRATACIÓN POR TIEMPO DETERMINADO	FECHA DE INICIO DE LABORES	DÍA	MES	AÑO
		01	11	2014
FECHA DE TERMINACIÓN DE LABORES EN CASO DE CONTRATACIÓN POR TIEMPO DETERMINADO	DURACIÓN DE LA CONTRATACIÓN	DÍA	MES	AÑO
	1 año	31	10	2015

SECRETARIO GENERAL

M. EN C. O. NORBERTO MARJAREZ ALVAREZ  
NOMBRE Y FIRMA

*[Firma]*

2700

JUSTIFICACIÓN PRESENTADA

1-3 NOV 2014

DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS  
PLANTILLA

2700-01/19/14

- T1 SUBDIRECCIÓN DE PERSONAL
- T2 DIRECTOR DE DIVISIÓN
- T3 SECRETARÍA DE UNIDAD
- T4 PLANTILLA RECTORÍA GENERAL
- T5 CMGVPIPA
- T6 DIPPPA

**División de Ciencias Básicas e Ingeniería**

**Departamento de Ciencias Básicas**

**ÁREA DE QUÍMICA DE MATERIALES**

**INFORME DE ACTIVIDADES DURANTE EL PERÍODO COMO PROFESOR  
VISITANTE**

**Que presenta:**

**DRA. ELIZABETH ROJAS GARCÍA**

**México, D.F., Julio 2015**

## **INTRODUCCIÓN**

El siguiente informe de actividades detalla las actividades que se realizaron durante mi estancia como profesor visitante en la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Azcapotzalco del periodo 01 de noviembre al 31 de octubre de 2015. En este se mencionan las actividades que se realizaron en las diferentes áreas de docencia, investigación y difusión de la cultura.

En resumen se han impartido dos cursos a nivel licenciatura, se están dirigiendo cuatro proyectos terminales de licenciatura, así como se esta preparando una tesis de maestría y una de doctorado. Se enviaron tres artículos de investigación a revistas internacionales para su revisión y posible publicación y se encuentran dos más en preparación. Se presentaron ocho trabajos en diferentes congresos nacionales e internacionales.

Debido al interés de aportar recursos al Área de Química de Materiales y por ende a la UAM, se solicitaron dos proyectos de investigación a organismos públicos como PROMEP y SEP-CONACYT. De los cuales hasta el momento ha sido aprobado el proyecto de investigación ingresado a la convocatoria de infraestructura SEP-CONACYT por un monto de \$5,000,000 de pesos

## **ACTIVIDADES**

**DOCENCIA:** Durante el trimestre 05-I y 05-P se impartieron las siguientes UEA's: ↓

Estructura atómica y enlace químico, trimestre , 15-I

Estructura atómica y enlace químico, trimestre, 15-P

**INVESTIGACIÓN:** Las siguientes actividades están relacionadas con el proyecto de investigación que se propuso para el primer año de profesor visitante ante el Consejo Divisional de Ciencias Básicas. Los resultados de dicho proyecto han sido plasmados en una serie de actividades que se mencionan a continuación:

**a) Fueron aprobados dos PROYECTOS DE INTEGRACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA y dos están en proceso de aprobación:**

1. **Alumno:** Jorge Alejandro Lujano Torres

**Tema:** Almacenamiento de hidrógeno en nanotubos de carbono sintetizados a partir de materiales híbridos metal-orgánicos.

**Asesores:** Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-I, **aceptado**

2. **Alumno:** Marcey Lujano Torres

**Tema:** Estudio de la adsorción del colorante azo Orange II en medio acuoso usando materiales híbridos metal-orgánicos.

**Asesores:** Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-I, **aceptado**

3. **Alumno:** Omar Robledo Arvizu

**Tema:** Nanotubos de carbono en estructuras metal-orgánicas para la adsorción de CO<sub>2</sub>.

**Asesores:** Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-O, **en proceso**

4. **Alumno:** Emanuel Perdomo Arvizu

**Tema:** Materiales híbridos metal-orgánicos soportados en nanotubos de carbono para el almacenamiento de hidrógeno.

**Asesores:** Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-O, **en proceso**

Además, están en proceso de aceptación una **tesis de maestría:**

**Alumno:** Aldo Arturo Castañeda

**Tema:** Crecimiento de estructuras metal-orgánicas en nanotubos de carbono para el almacenamiento de hidrógeno.

Asesores: Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-O, **en proceso de aceptación.**

Y una tesis de doctorado:

**Alumno:** Rebeca Irene Sánchez-Guajardo

**Tema:** Adsorción de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> en materiales híbridos metal-orgánicos y nanotubos de carbono.

Asesores: Dra. Ana Marisela Maubert y Dra. Elizabeth Rojas García

Trimestre 15-O, **en proceso de aceptación.**

**b) Se enviaron a revisión y posible publicación los siguientes ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN:**

- 1 E. Rojas-García, R. López- Medina, M. May-Lozano, L. Gonzales-Reyes, S. Hernández, R. Irene Sánchez-Guajardo, A.M. Maubert-Franco, Kinetic and thermodynamic studies on the adsorption of Orange II from aqueous solutions onto metal-organic frameworks with iron, **enviado.**
- 2 Laura Soto Soto, Elizabeth Rojas García , Marisela Maubert Franco, Estudio de la capacidad de adsorción de H<sub>2</sub> en tamices moleculares mesoporosos de sílice y modificados con Fe, Separación y vacío, 2015, **enviado.**
- 3 R. López- Medina, M. May-Lozano, E. Rojas-García I. Hernandez Pérez, Nanostructured Eu-W-codoped TiO<sub>2</sub> anatase-brookite mixed-phase correlating photocatalytic performances for degradation of Orange II dye, en preparación.
- 4 R. López- Medina, E. Rojas-García, M. May-Lozano, Structure and catalytic performance of WO<sub>x</sub>-ZrO<sub>2</sub> nanostructures for the oxidative desulphurization of Diesel fuel with hydrogen peroxide, en preparación.

5. M. Olga Guerrero-Pérez , Elizabeth Rojas-García , Ricardo López-Medina, Miguel A. Bañares, Propane and ethane ammoxidation reactions on mixed oxide catalytic systems: influence of the alkane chain, Chemical Engineering Journal, 2015, **enviado**.

**c) Se presentaron ocho trabajos en diferentes CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES:**

- Autores:** Ricardo López Medina, Isaías Hernández Pérez, Raúl Suárez Parra, Elizabeth Rojas García, Marcos May Lozano, Fernando Chávez Rivas.  
**Nombre:** Oxidación de dibenzotiofeno con materiales mesoporoso.  
**Congreso:** AMIDIQ 2015  
**Sede:** Cancun, Quintana Roo  
**Fecha:** 5 al 8 Mayo de 2015
- Autores:** Juan Pablo González Zimbrón, Ricardo López Medina, Elizabeth Rojas García, Ana Marisela Maubert Franco, Sergio Alejandro Martínez Delgadillo, Marcos May Lozano, Julio Flores Rodríguez, Isaías Hernández Pérez.  
**Nombre:** Síntesis y evaluación fotocatalítica de boro-titania (B-TiO<sub>2</sub>) dopado con europio (Eu) y plata (Ag) en reacciones de degradación.  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015
- Autores:** Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, Marcos May Lozano, Ana Marisela Maubert  
**Nombre:** Remoción del colorante azo Orange II de soluciones acuosas usando el MOF Fe-BTC.  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015

- 4 **Autores:** M. May Lozano, R. López Medina, E. Rojas García, S. A. Martínez Delgadillo, I. González Reyes  
**Nombre:** Degradación sono-fotocatalítica de Orange II usando  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ .  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015
- 5 **Autores:** Ricardo López Medina, Elizabeth Rojas García, Ana Marisela Maubert Franco, Sergio Alejandro Martínez Delgadillo, Marcos May Lozano, Julio Flores Rodríguez, Isaías Hernández Pérez  
**Nombre:** Efecto de la incorporación de europio (Eu) a la red cristalina del catalizador de titanía ( $\text{TiO}_2$ ) dopado con tungsteno (W).  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015
- 6 **Autores:** Brianda Marcela Castillo Mfnguez, I. Argel Ibarra Alvarado, Elizabeth Rojas García, Ana Marisela Maubert Franco.  
**Nombre:** Evaluación de la capacidad de captura de  $\text{CO}_2$  mediante materiales mesoporosos de sílice modificados.  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015
- 7 **Autores:** O. U. Hernández Romero, E. R. Hernández Simbron, M. M. Mendoza, R. Salazar Salazar, L. D. Pérez Olvera, M. May Lozano, R. López Medina, E. Rojas García.  
**Nombre:** Efecto del Cu en la actividad fotocatalítica del  $\text{TiO}_2$ : degradación del colorante RB5  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015

8. **Autores:** O. U. Hernández Romero, E. R. Hernández Simbron, M. M. Mendoza, R. Salazar Salazar, L. D. Pérez Olvera, M. May Lozano, R. López Medina, E. Rojas García.  
**Nombre:** Síntesis y caracterización de Cu-TiO<sub>2</sub>: fotodegradación del Orange II  
**Congreso:** VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química  
**Sede:** Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco  
**Fecha:** 23 al 25 Septiembre de 2015

d) Debido al interés en solicitar recursos para el Área de Química de Materiales y por ende para la UAM se solicitaron dos **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ANTE ORGANISMOS PÚBLICOS:**

- a) **Proyecto:** Adsorción de colorantes en medio acuoso usando materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs) basados en metales de transición.  
**Organismo:** PROMEP, 2015  
Estado: en proceso, resultados julio 2015
- b) **Proyecto:** Fortalecimiento del Área de Química de Materiales en la síntesis y caracterización de nanotubos de carbono (NTCs) sintetizados a partir de materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs).  
**Organismo:** SEP-CONACYT  
**Convocatoria:** Apoyo al fortalecimiento y Desarrollo de Infraestructura Científica y Tecnológica 2015 SEP-CONACYT.  
**Estado:** aprobado por \$ 5,000,000 de pesos

#### **SEMINARIOS IMPARTIDOS:**

Fui invitada a impartir un seminario en el Área de Química de Materiales titulado: Adsorción del colorante azo Orange II en un material híbrido metal-orgánico (MOFs): bencentricarboxilato de hierro (Fe(BTC)) el día 19 de Noviembre de 2015.

## **REVISIÓN DE ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES DE CARÁCTER CIENTIFICO**

Revistas internacionales solicitaron que les emitiera mi opinión sobre algunos artículos de investigación del área de estudio donde estamos trabajando:

1. **Journal of Applied Chemical Science International**, Granular and Pelletized activated carbon based on olive stones for methane storage, 2015
2. **Toxicological & Environmental Chemistry**, Comparison of adsorption kinetic of organic dyes in two water matrices: case study for comercial activated carbon and mixing intensity, 2015
3. **The Korean Journal of Chemical Engineering**, Highly effective adsorption of Pb(II) from aqueous solution by clam shell wastes, 2015

## **CURSOS**

Taller teórico práctico para profesores que desean participar en Convocatorias CONACYT, impartido los días 10, 11 y 12 de Diciembre de 2014 con una duración de 12 hrs y realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Azcapotzalco.

## **SINODAL EN EXAMEN DE GRADO**

Fui invitada como vocal en la lectura de tesis de doctorado de la alumna Julia Elena Prince Flores titulada: "*Estudio de la influencia de la composición química y el proceso de síntesis en las propiedades fisicoquímicas de hidróxidos dobles laminares y sus derivados*", la cual se llevo a cabo el día 15 de diciembre de 2014.

PROTOCOLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN para la renovación del 2<sup>do</sup>  
año de profesor visitante

PRESENTADO POR : DRA. ELIZABETH ROJAS GARCIA

TITULADO:

*Almacenamiento de hidrógeno en nanotubos de carbono (NTsC) sintetizados  
a partir de materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs)*

INTRODUCCION

El hidrógeno es un combustible ideal: es abundante, renovable y de combustión limpia. En plena búsqueda de un mejor medio ambiente y de preservar al máximo los recursos naturales, la comunidad científica y las empresas involucradas en altos consumos energéticos han impulsado la investigación sobre este gas al considerarlo uno de los más viables para sustituir a los combustibles convencionales, dado que el producto primario de la combustión del hidrógeno es el vapor de agua y evita por completo la emisión de dióxido de carbono, que es el gas de efecto invernadero que provoca parte del calentamiento global. Una de las problemáticas que existen en los sistemas de gestión de la energía es el almacenamiento de ésta. Los sistemas al uso a día de hoy, básicamente baterías, tienen limitaciones tanto de vida de almacenamiento como de consumo energético para su recarga, resultando poco eficientes. Por otro lado en muchas aplicaciones el peso y el volumen de los sistemas de almacenamiento son parámetros de vital interés.

Los nanotubos de carbono pueden aportar mejoras debido no sólo a su elevada superficie específica que puede garantizar sistemas de almacenamiento de hidrógeno, sino que sus propiedades mecánicas los hacen más resistentes. Los nanotubos de carbono, similares a pequeñas láminas de grafito enrolladas con diámetros nanométricos y longitudes del orden de las micras, son materiales únicos con propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas, térmicas y químicas excepcionales que los hacen aptos para mejorar numerosos

productos ya existentes e incluso para generar otros nuevos. Los nanotubos de carbono pueden ser de simple (SWCNTs, ) o múltiple pared (MWCNTs). Las principales técnicas de síntesis de estos materiales son la ablación con láser, descarga de arco y deposición catalítica química de vapores (CCVD) [1,2] siendo ésta última la más promisoría debido a su potencial escalamiento a nivel industrial. En este proceso, se consigue la descomposición térmica de un vapor de hidrocarburos en presencia de un catalizador de metal. Generalmente, se usan óxidos metálicos reducidos generando partículas de metal que se usan como catalizadores o semillas en las cuales se lleva a cabo el crecimiento de los nanotubos de carbono. Actualmente, se están usando otro tipo de materiales como catalizadores para la síntesis de los NTsC como hidrotalcitas, materiales mesoporosos y nuevos materiales porosos como los MOFs basados en metales de transición. Los MOFs son materiales sólidos cristalinos porosos formados por una red extendida de iones metálicos (o clústers) y una molécula orgánica multidentada (o ligando) típicamente moléculas aromáticas rígidas. Estos al ser reducidos con una mezcla de  $H_2/N_2$  permiten la obtención de nanopartículas del metal que están constituidos, los cuales son usados como catalizadores o semillas para el crecimiento de los NTsC. Sin embargo los MOFs en su estructura contienen moléculas orgánicas las cuales también podrían ser una fuente de carbono para el crecimiento de los NTsC.

En este proyecto se sintetizarán nanotubos de carbono por el método de deposición química catalítica de vapores a partir de materiales híbridos metal-orgánicos. Posteriormente se caracterizarán por diferentes técnicas analíticas determinando sus propiedades fisicoquímicas y texturales. Finalmente, se evaluarán los materiales sintetizados en la adsorción de hidrógeno, además, se determinarán sus parámetros cinéticos y termodinámicos del proceso de adsorción.

## **ANTECEDENTES**

### **Almacenamiento de hidrógeno**

El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo y sin embargo, en la Tierra, raramente se encuentra en estado libre. A diferencia del carbón, el petróleo o el gas,

el hidrógeno no es un recurso natural, no se puede obtener de la naturaleza por tareas de minería o extracción como es el caso de los recursos fósiles en general. El hidrógeno es un portador de energía (como la electricidad), es necesario producirlo a partir de otras materias primas (agua, biomasa, recursos fósiles), y para convertir estas materias en hidrógeno hay que seguir unas transformaciones en las que se consume algún tipo de energía primaria (nuclear, renovable o fósil). El hidrógeno es un combustible extremadamente limpio y puede ser una solución frente a la crisis energética, la contaminación y el cambio climático que hoy afronta el mundo. El objetivo es conseguir que la humanidad utilice el hidrógeno como combustible para mover sus automóviles. Así, dejará de contaminar el medio ambiente por emisiones de óxido de carbono y dependerá menos del abastecimiento de combustibles fósiles. El estudio de nanotubos de carbono con propiedades texturales mejoradas ha cobrado gran interés en los últimos años debido al potencial que presentan para el almacenamiento de hidrógeno y otros gases con interés energético y/o medioambiental.

En este sentido, los materiales MOF (“Metal-Organic Framework”) han supuesto un salto cualitativo en síntesis racional y control de las propiedades fisicoquímicas con respecto a los materiales adsorbentes convencionales, ya que permiten aplicar diferentes estrategias experimentales de síntesis y modificación post-síntesis debido a su enorme versatilidad química y estructural, permitiendo diseñar así sus propiedades prácticamente “a la carta” para aumentar su afinidad por el hidrógeno.

### **Nanotubos de carbono y tipos de nanotubos de carbono**

En 1991, Sumio Iijima [3] de NEC Corporation, caracterizó por microscopía electrónica de alta resolución una nueva forma alotrópica del carbono que denominó nanotubo de carbono (NTsC) (Figura 1). Dos años después de su descubrimiento el propio Iijima [4] y de forma independiente Donald Bethune y colaboradores de IBM [5] descubrieron los nanotubos de carbono de pared única. En esta nueva forma alotrópica la morfología del material se considera que deriva del plegamiento de una única lámina de grafeno formando un cilindro que puede estar cerrado en las puntas.

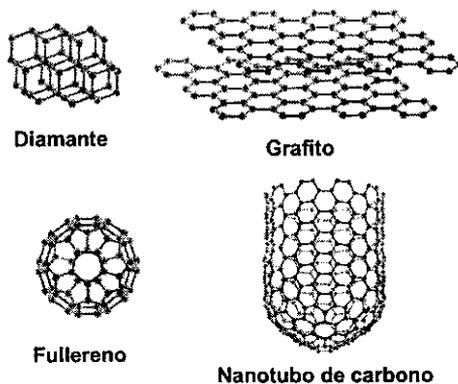


Figura 1. Formas alotrópicas del carbono

Los nanotubos de carbono se pueden clasificar en dos tipos diferentes según sea el número de capas, los nanotubos de carbono de capa múltiple (MWNT, del inglés Multi Walled Carbon Nanotubes) fueron descubiertos en 1991 por Sumio Iijima, un ingeniero japonés de la empresa NEC, que son aquellos formados por capas concéntricas, las cuales están separadas aproximadamente a una distancia similar a la distancia interplanar del grafito y los nanotubos de carbono de capa única (SWNT, del inglés Single Wall Carbon Nanotube) se descubrieron dos años después por el grupo de Iijima en NEC y por otro grupo en el IBM Almaden Laboratory y se describen como una capa bidimensional de grafito “enrollada” formando un cilindro de diámetro nanométrico (Figura 2).

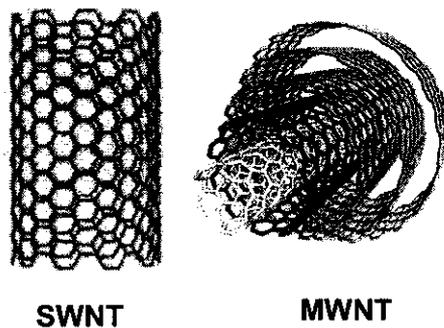


Figura 2. Tipos de nanotubos de carbono según el número de capas

Las propiedades son diferentes en los SWCNT y los MWCNT. Dependen, además, fuertemente de sus dimensiones (diámetro y longitud) y de los defectos presentes en el nanotubo (vacantes o impurezas ocupando el lugar de un átomo de carbono, deformaciones, inclinaciones,). Pero también dependen de la forma en que están dispuestos los hexágonos de la lámina de grafito, es decir de cómo se enrollaría la hipotética lámina de grafito que daría lugar a nuestro nanotubo. En ambos casos su principal característica, que dará lugar a un buen número de propiedades excepcionales, es que muestran una relación longitud/diámetro muy elevada: su diámetro es del orden de los nanómetros y su longitud puede variar desde unas micras hasta milímetros e incluso algunos centímetros.

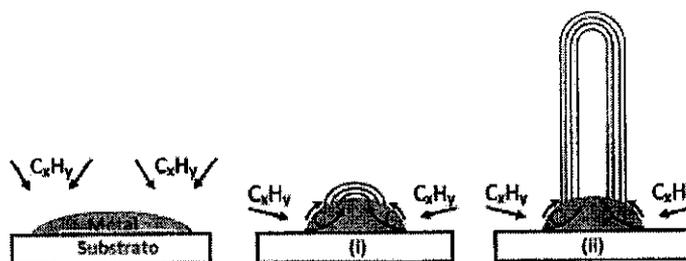
Muchas son las aplicaciones que pueden obtener importantes beneficios al incorporar nanotubos de carbono. Los materiales compuestos reforzados con nanotubos, las pantallas planas que utilizan los nanotubos como emisores de campo, los sensores biológicos y químicos para detectar sustancias contaminantes, la administración de fármacos o las pilas de combustible son sólo algunas de ellas. En general, sectores como electrónica, materiales, sensores, biotecnología, química, energía, mecánica, instrumentación científica y fotónica podrían verse favorecidos por la introducción de nanotubos de carbono en muchos de sus productos [6].

A partir de su descubrimiento los científicos buscaron la forma de producirlos en el laboratorio. Desde entonces se ha avanzado mucho en los distintos métodos de síntesis que han ido surgiendo, así como en los de caracterización, purificación y separación. Desde el principio la teoría predijo excepcionales propiedades para los nanotubos de carbono, que han podido ser comprobadas experimentalmente a medida que ha evolucionado la instrumentación científica.

### **Síntesis de los nanotubos de carbono**

Los nanotubos de carbono se pueden sintetizar por diferentes métodos (vaporización de grafito por pulsos de láser, descarga por arco eléctrico en electrodos de grafito, CCVD (deposición química catalítica de vapores) y alta presión de CO) [7, 8,9] siendo uno de los más generales el CCVD.

El método de deposición química catalítica de vapores (CCVD) es el método más popular en la producción de nanotubos en la actualidad. La historia de CCVD para la síntesis de los nanotubos de carbono se remonta al siglo XIX [10]. En 1890, científicos franceses observaron la formación de filamentos de carbono durante los experimentos con el paso de cianógenos sobre porcelana rojo vivo [11]. A mediados del siglo XX, el CCVD era un método establecido para producir nanotubos de carbono utilizando la descomposición térmica de hidrocarburos en presencia de un catalizador constituido comúnmente por nanopartículas metálicas de hierro, cobalto y níquel.



**Figura 3.** Representación esquemática de los pasos básicos de crecimiento SWNT en un catalizador de Fe, como se observa en ab initio simulaciones.

Actualmente, existen una gran variedad de materiales sólidos que están siendo utilizados como catalizadores en la síntesis de los nanotubos de carbono, por ejemplo, las hidrotalcitas, materiales mesoporosos, entre otros. Recientemente, los MOFs (siglas en inglés Metal Organic Framework) han aparecido como una nueva e importante clase de materiales porosos gracias a las numerosas aplicaciones que tienen en diversas áreas como almacenamiento y separación de gases, intercambio iónico o catálisis, entre otras. Muy recientemente, solo algunos trabajos se han publicado en el uso de estos materiales como catalizadores y como fuente de carbono para la síntesis de los nanotubos de carbono [12]. Los MOFs son materiales sólidos cristalinos porosos formados por una red extendida de iones metálicos (o clústers) y una molécula orgánica multidentada (o ligando) típicamente moléculas aromáticas rígidas. Los materiales MOF (“Metal-Organic Framework”) han supuesto un salto cualitativo en síntesis racional y control de las propiedades fisicoquímicas con respecto a los materiales adsorbentes convencionales, ya que permiten aplicar diferentes estrategias experimentales de síntesis y modificación post-síntesis debido a su

enorme versatilidad química y estructural, permitiendo diseñar así sus propiedades prácticamente “a la carta” para aumentar su afinidad por el hidrógeno.

### **Purificación de los NTsC**

La presencia en el NTC crudo de impurezas metálicas hace necesaria su purificación. El procedimiento de purificación más ampliamente utilizado consiste en el tratamiento del crudo del nanotubo a temperaturas moderadas o altas con un ácido fuerte que típicamente consiste en una disolución acuosa de ácido nítrico (en torno a 3M) o incluso mezclas de  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  [13]. En estas condiciones se produce la disolución del residuo metálico que impurifica el material junto con la oxidación parcial del NTC y de otros residuos carbonáceos. Dependiendo del tamaño de estos últimos y de las condiciones, temperatura, tiempo de tratamiento y concentración de ácido empleada, se puede producir la disolución completa del carbono amorfo junto con un acortamiento de la longitud de los nanotubos por degradación oxidativa de enlaces C-C con lo que vienen a formarse NTC más cortos, de mayor pureza y con una alta funcionalización con grupos oxigenados.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Sintetizar y caracterizar nanotubos de carbono (NTsC) a partir de materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs) para su evaluación en la adsorción de hidrógeno.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Sintetizar diferentes MOFs basados en hierro, níquel, cobalto, hierro-níquel y hierro cobalto.
2. Sintetizar los nanotubos de carbono mediante el proceso de deposición catalítica química en fase vapor (CVD, del inglés Chemical Vapor Deposition) utilizando como catalizadores los materiales sintetizados en el paso 1.

3. Obtener las condiciones óptimas para el crecimiento de los nanotubos de carbono, variando el flujo total ( 50 a 100 ml) y las composiciones de los gases de alimentación (He/H<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>).
4. Purificar los nanotubos de carbono crudos con soluciones de HF (50 % volumen).
5. Caracterizar los materiales sintetizados por diferentes técnicas sofisticadas como: Difracción de Rayos-X (DRX), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Microscopía electrónica de Transmisión de alta Resolución (HRTEM), Adsorción/desorción de N<sub>2</sub> y Espectroscopía Uv-vis, FTIR y Raman.
6. Determinar la capacidad de adsorción de H<sub>2</sub> en los MOFs y en los nanotubos de carbono sintetizados.
7. Determinar el modelo de isoterma de adsorción y los parámetros termodinámicos (calor isostérico) de la adsorción del hidrogeno en los nanotubos de carbono.

## JUSTIFICACIÓN

Desde el descubrimiento de los nanotubos de carbono por Sumio Iijima de NEC Corporation en 1991, a incentivado a numerosos científicos a trabajar en ellos debido a las excepcionales propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, químicas y ópticas que presentan y les capacitan para ser utilizados en multitud de aplicaciones como en electrónica, sensores, biotecnología, mecánica y química. Los nanotubos de carbono pueden ser preparados por diferentes métodos (vaporización de grafito por pulsos de láser, descarga por arco eléctrico en electrodos de grafito, CCVD y alta presión de CO) siendo uno de los más generales el de deposición catalítica en fase vapor (CCVD) a temperaturas superiores a 700°C de un compuesto orgánico adecuado en presencia de un catalizador constituido comúnmente por nanopartículas de aleaciones metálicas de Fe/Co, Co/Ni o Fe/Mo. Actualmente, una de las problemáticas que existen en los sistemas de gestión de la energía es el almacenamiento de ésta. Los sistemas al uso a día de hoy, básicamente baterías, tienen limitaciones tanto de vida de almacenamiento como de consumo energético para su recarga, resultando poco eficientes. Por otro lado en muchas aplicaciones el peso y el volumen de los sistemas de almacenamiento son parámetros de vital interés. Los nanotubos de carbono pueden aportar mejoras en estas aplicaciones debido no sólo a su elevada superficie específica que puede garantizar sistemas de

almacenamiento ligeros, sino que sus propiedades mecánicas los hacen más resistentes. Una de las aplicaciones mas importantes de los nanotubos es en la investigación sobre almacenamiento de hidrógeno dado que está despertando mucho interés debido a que el hidrógeno es una fuente de energía que podría sustituir a la actualmente predominante basada en combustible fósil.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 1. Síntesis de los materiales

#### a) Síntesis de los materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs)

Los MOFs se sintetizarán por el método hidrotermal siguiendo los pasos siguientes:

1. Pesarse una cantidad exacta del precursor metálico de níquel, hierro y cobalto.
2. Disolver el precursor metálico con N,N-dimetilformamida (DMF), metanol y etanol.
3. Adicionar a la disolución del paso 2 una cantidad exacta del ligando orgánico y agitar fuertemente hasta disolver completamente.
4. Llevar la disolución del paso 3 a un autoclave a temperaturas menores de 200 °C por 24 a 72 horas.
5. Filtrar, secar y lavar con una mezcla de solventes de DMF/metanol o DMF/etanol.
6. Secar en la estufa el sólido obtenido a 120 °C por 12 h.
7. Almacenar el sólido obtenido en un desecador.

#### b) Síntesis de los nanotubos de carbono (NTsC)

Los nanotubos de carbono se sintetizarán por el método deposición química en fase vapor (CVD, del inglés chemical vapor deposition) (Figura 4). Se coloca una cantidad adecuada (aprox. 100 mg) del MOF que actúa como catalizador (Fe, Ni, Co) en una nave de crisol. Posteriormente, esta nave se inserta dentro de un reactor tubular de vidrio que es colocado en un horno tubular en disposición horizontal. El horno se calienta a 600 °C con un flujo de alimentación de N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> (100 ml/min) pasando a través del reactor. Finalmente, se incrementa la temperatura a 700 °C y se hace pasar lentamente una mezcla de N<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, utilizando acetileno como fuente de carbono.

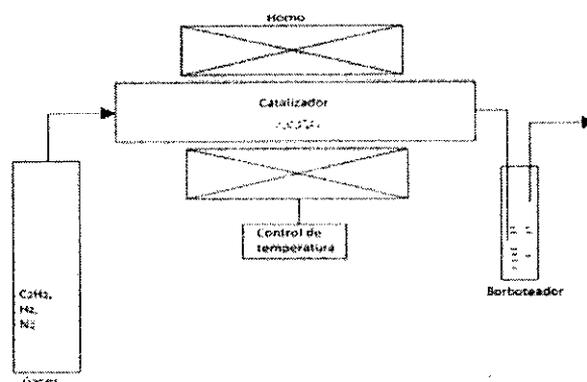


Figura 4. Sistema de reacción para la síntesis de los NTsC por el método CCVD

## 2. Determinación de las condiciones óptimas para el crecimiento de los nanotubos de carbono

En la determinación de las condiciones óptimas para el crecimiento de los nanotubos de carbono se realizarán diez pruebas variando la composición de la alimentación ( $N_2/H_2$  y  $N_2/C_2H_2$ ), así como el flujo de alimentación de 50 y 100 ml/min. Una vez obtenidos los nanotubos de carbono a diferentes composiciones de alimentación, se les realizara análisis de espectroscopía Raman para determinar el grado de desorden estructural presente en las muestras ( $I_{D/G}$ ), lo cual es muy importante para indicar la eficiencia de la funcionalización. De las diez muestras se seleccionara la mejor, es decir aquella que presente mayor orden y mayor contenido de nanotubos de carbono, determinando de esa manera las condiciones óptimas, es decir las condiciones a las que se realizó esa muestra.

## 3. Caracterización de los MOFs y NTsC

Una vez sintetizados los nanotubos de carbono, estos se caracterizarán por diferentes técnicas analíticas sofisticadas como: Espectroscopía Raman (Thermo Nicolet), Difracción de Rayos X (DRX, Philips X'Pert), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB,LEO 440), Microscopía electrónica de Transmisión de Alta Resolución (HRTEM) y Adsorción/desorción de  $N_2$  (BELSORP-MAX).

#### 4. Almacenamiento de hidrógeno

Las isothermas de adsorción de H<sub>2</sub> en los MOFs y en los nanotubos de carbono sintetizados serán obtenidas en un equipo BELSORP-MAX. Los análisis se realizarán de la siguiente manera: Se pesará una cantidad adecuada (aprox. 100 mg) de los MOFs y se depositarán en una celda de vidrio. Posteriormente, se desgasificarán a 140 °C por 24 h con flujo de nitrógeno, se deja enfriar a temperatura ambiente y se pesa. Finalmente, la celda es colocada en el equipo BELSORP-MAX para su análisis, obteniendo la isoterma de adsorción y la cantidad adsorbida en milimoles de H<sub>2</sub> por gramo de adsorbente. Estas pruebas se realizarán a diferentes temperaturas de adsorción (-196, 25 y 35 °C) con el objetivo de determinar el calor isostérico involucrado en el proceso de adsorción para cada uno de los nanotubos que se sintetizarán.

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### a) Isothermas de adsorción

Las isothermas de adsorción o datos de equilibrio describen como el adsorbato interactúa con el adsorbente y da un entendimiento más comprensivo de la naturaleza de la interacción. Existen varios métodos representando matemáticamente las isothermas de adsorción a través de diferentes modelos que describen los procesos de adsorción [14]. Para describir el proceso de adsorción en los materiales de estudio, tres modelos serán utilizados: el modelo de Langmuir (Ecuación 1), Freundlich (Ecuación 2) y Sips (Ecuación 3).

El modelo de Langmuir asume que no hay interacción entre las moléculas adsorbato y la adsorción es localizada en una monocapa, además supone que la atracción entre las moléculas de adsorbato y su movilidad a lo largo de la superficie es nula [15].

$$q_e = q_m \frac{K_L P}{1 + K_L P} \quad (1)$$

donde, que es la cantidad de hidrógeno adsorbido por unidad de masa de adsorbente

[mmol/g];  $q_m$  es la cantidad máxima de hidrógeno adsorbida [mmol/g];  $P$  es la presión de equilibrio [bar]; y  $K_L$  es una constante relacionada a la energía de adsorción.

Mientras, el modelo de isoterma de Freundlich es una relación empírica que describe la adsorción del adsorbato en la superficie del adsorbente y asume que diferentes sitios con diferentes energías de adsorción son involucradas.

$$q_e = K_F P^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

donde,  $K_F$  y  $n$  son constantes de Langmuir donde  $n$  indica si el proceso de adsorción es favorable.  $1/n$  es el factor de heterogeneidad. Si  $n > 1$  la adsorción es favorable.

El primer esfuerzo para extender el modelo de Langmuir a los procesos de adsorción en un sólido energéticamente heterogéneo fue ejercido por Sips en 1948. Basándose en la suposición de una distribución de energía quasi-Gaussian. Sips determinó un modelo de isoterma incorporando el factor de heterogeneidad superficial,  $1/n$  en la ecuación de Langmuir como sigue:

$$q = q_m \frac{(bP)^{\frac{1}{n}}}{1 + (bP)^{\frac{1}{n}}} \quad (3)$$

donde,  $P$  es la presión de equilibrio de las moléculas de gas adsorbidas y  $b$  es una constante de Langmuir conteniendo la energía de adsorción característica (es decir,  $A = A_0 \exp(U_0/RT)$ ), donde  $A_0$  es un factor pre-exponencial.

#### b) Estudios termodinámicos

El calor isostérico de adsorción  $[\Delta H]$  provee una medida directa de la fuerza de la unión entre las moléculas del adsorbato y la superficie del adsorbente [16]. Este puede ser calculado usando la ecuación de Clausius-Clapeyron (Ecuación 4):

$$\left( \frac{\partial \ln P}{\partial \frac{1}{T}} \right)_q = \frac{\Delta H}{R} \quad (4)$$

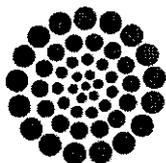
donde,  $P$  es la presión de vapor [bar],  $T$  temperatura del gas [K] y  $R$  la constante de gas

ideal [8.314 J/mol K]. El valor de  $\Delta H$  se determina de la pendiente de la ecuación de la recta obtenida graficando  $\ln P$  vs.  $1/T$ .

## BIBLIOGRAFIA

- 
- [1] V.N. Popov, *Materials Science and Engineering*, R43 (2004) 61.
- [2] A. Huczko, *Applied Physics A Materials Science & Processing*, 74 (2002) 617.
- [3] S. Iijima, *Nature* 354 (1991) 56.
- [4] S. Iijima, T. Ichihashi, *Nature* 363 (1993) 603.
- [5] D. S. Bethune, C. H. Kiang, M. S. de Vries, G. Gorman, R. Savoy, J. Vazquez, R. Beyers, *Nature* 363 (1993) 605.
- [6] M.J. Rivas Martínez, J. R. Ganzer, M.L. Cosme-Huertas, Informe de Vigilancia Tecnológica madri+d “Aplicaciones actuales y futuras de los nanotubos de carbono”. Fundación madri+d para el Conocimiento.
- [7] A. Thess, R. Lee, P. Nikolaev, H. Dai, P. Petit, J. Robert, C. Xu, Y. H. Lee, S. G. Kim, A. G. Rinzler, D. T. Colbert, G. E. Scuseria, D. Tomanek, J. E. Fischer, R. E. Smalley, *Science*, 273 (1996) 483.
- [8] P. Nikolaev, M. J. Bronikowski, R. K. Bradley, F. Rohmund, D. T. Colbert, K. A. Smith, R. E. Smalley, *Chem. Phys. Lett.*, 313 (1999) 91.
- [9] N.M. Mubarak, E.C. Abdullah, N.S. Jayakumar, J.N. Sahu, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 20 (2014) 1186.
- [10] P. Schultzenberger and L. Schultzenberger, *C.R. Acad. Sci.* 111 (1890) 774.
- [11] Mukul Kumar and Yoshinori Ando, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 10 (2010) 3739.

- 
- 12| Han-Kyol Youn, Jun Kim, Wha-Seung Ahn, *Materials Letters* 65 (2011) 3055.
- 13| J. Zhang, H. Zou, Q. Quan, Y. Yang, Q. Li, Z. Liu, X. Guo, Z. Du, *Journal of Physical Chemistry B*, 107 (2003) 3712.
- 14| Wang, S. and Z.H. Zhu, *Journal of Hazardous Materials*, 136 (2006) 946.
- 15| S. Monemtabary, M.S. Niasar, M. Jahanshahi, A.A. Ghoreyshi, *Iranica J. Energy & Environ.*, 4 (2013) 17.
- 16| Anson, A., M.A. Callejas, A.M. Benito, W.K. Maser, M.T. Izquierdo, B. Rubio, J. Iagiello, M. Thommes, J.B. Parra and M.T. Martmez, *Carbon* 42 (2004) 1243.



**CONACYT**

*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*

# CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

**ROJAS GARCIA, ELIZABETH**

## CURRICULUM VITAE UNICO

### DATOS PERSONALES

**No. CVU** 162510

**Fecha de  
Nacimiento** 30 de abril de 1979

**Estado Civil** Soltero

**Lugar de  
Nacimiento** ESTADO DE MÉXICO, México

**Nacionalidad** MEXICANO

**Género** FEMENINO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

### DESEMPEÑO PROFESIONAL

#### •ADSCRIPCIÓN ACTUAL

11/2014 - 10/2015 **INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS**, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, **PROFESOR TITULAR C DE TIEMPO COMPLETO**

#### •EXPERIENCIA LABORAL

11/2014 - 10/2015 **Institución** , INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, **PROFESOR VISITANTE TITULAR C**, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, PROCESOS DE ADSORCIÓN, MATERIALES METAL-ORGANICOS, NANOTUBOS DE CARBONO, **Fueron aprobados dos PROYECTOS DE INTEGRACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA** y dos están en proceso de aprobación. Se enviaron a

Guajardo, A.M. Maubert-Franco, Kinetic and thermodynamic studies on the adsorption of Orange II from aqueous solutions onto metal-organic frameworks with iron, enviado. 2. Laura Soto Soto, Elizabeth Rojas García, Marisela Maubert Franco, Estudio de la capacidad de adsorción de H<sub>2</sub> en tamices moleculares mesoporosos de silice y modificados con Fe, Separación y vacío, 2015, enviado. 3. R. López-Medina, M. May-Lozano, E. Rojas-García I. Hernández Pérez, Nanostructured Eu-W-codoped TiO<sub>2</sub> anatase-brookite mixed-phase correlating photocatalytic performances for degradation of Orange II dye, en preparación. 4. R. López-Medina, E. Rojas-García, M. May-Lozano, Structure and catalytic performance of WO<sub>x</sub>-ZrO<sub>2</sub> nanostructures for the oxidative desulphurization of Diesel fuel with hydrogen peroxide, en preparación. 5. M. Olga Guerrero-Pérez, Elizabeth Rojas-García, Ricardo López-Medina, Miguel A. Bañares, Propane and ethane ammoxidation reactions on mixed oxide catalytic systems: influence of the alkane chain, Chemical Engineering Journal, 2015, enviado. Se presentaron seis trabajos en diferentes CONGRESOS NACIONALES: 1. Autores: Ricardo López Medina, Isaías Hernández Pérez, Raúl Suárez Parra, Elizabeth Rojas García, Marcos May Lozano, Fernando Chávez Rivas. Nombre: Oxidación de dibenzotiofeno con materiales mesoporoso Congreso: AMIDIQ 2015 Sede: Cancun, Quintana Roo Fecha: 5 al 8 Mayo de 2015 2. Autores: Juan Pablo González Zimbrón, Ricardo López Medina, Elizabeth Rojas García, Ana Marisela Maubert Franco, Sergio Alejandro Martínez Delgadillo, Marcos May Lozano, Julio Flores Rodríguez, Isaías Hernández Pérez. Nombre: Síntesis y evaluación fotocatalítica de boro-titanio (B-TiO<sub>2</sub>) dopado con europio (Eu) y plata (Ag) en reacciones de degradación. Congreso: VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química Sede: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco Fecha: 23 al 25 Septiembre de 2015 3. Autores: Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, Marcos May Lozano, Ana Marisela Maubert Nombre: Remoción del colorante azo Orange II de soluciones acuosas usando el MOF Fe-BTC. Congreso: VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química Sede: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco Fecha: 23 al 25 Septiembre de 2015 4. Autores: Ricardo López Medina, Elizabeth Rojas García, Isaías Hernández Pérez, Ana Marisela Maubert Franco, Sergio Alejandro Martínez-Delgadillo, Marcos May Lozano, Víctor X. Mendoza-Escamilla Nombre: Raman Study of Eu<sup>3+</sup>-W codoped Nanosized TiO<sub>2</sub> Congreso: Brasil Sede: Fecha: 5. Autores: M. May Lozano, R. López Medina, E. Rojas García, S. A. Martínez Delgadillo, L. González Reyes Nombre: Degradación sonofotocatalítica de Orange II usando Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> Congreso: VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química Sede: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco Fecha: 23 al 25 Septiembre de 2015 6. Autores: Ricardo López Medina, Elizabeth Rojas García, Ana Marisela Maubert Franco, Sergio Alejandro Martínez Delgadillo, Marcos May Lozano, Julio Flores Rodríguez, Isaías Hernández Pérez Nombre: Efecto de la incorporación de europio (Eu) a la red cristalina del catalizador de titanio (TiO<sub>2</sub>) dopado con tungsteno (W). Congreso: VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química Sede: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco Fecha: 23 al 25 Septiembre de 2015 Debido al interés en solicitar recursos para el Área de Química de Materiales y por ende para la UAM se solicitaron dos PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ANTE ORGANISMOS PÚBLICOS: a) Proyecto: Adsorción de colorantes en medio acuoso usando materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs) basados en metales de transición. Organismo: PROMEP, 2015 Estado: en proceso, resultados julio 2015 b) Proyecto: Fortalecimiento del Área de Química de Materiales en la síntesis y caracterización de nanotubos de carbono (NTCs) sintetizados a partir de materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs). Organismo: SEP-CONACYT Convocatoria: Apoyo al fortalecimiento y Desarrollo de Infraestructura Científica y Tecnológica 2015 SEP-CONACYT. Estado: aprobado por \$ 5,000,000 de pesos,

02/2013 - 12/2013 **Institución**, GOBIERNO FEDERAL CENTRALIZADO, **LIDER DE PROYECTOS**, SECRETARIA DE ENERGIA, AMBIENTAL, SALUD PÚBLICA, COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (BENCENO, TOLUENO, ETILBENCENO Y XILENOS), El objetivo principal que tenía en esta institución fue la de dirigir el laboratorio de análisis ambiental ubicado en las instalaciones de la subdirección de Monitoreo Atmosférico que pertenece a la Secretaría del Medio Ambiente. Durante mi dirección se logro: Poner puesta en marcha del laboratorio de cromatografía de gases, en el que se implementaron varias métodos internacionales: (1) Determinación de compuestos orgánicos volátiles por cromatografía de gases en aire ambiente. (2) Determinación de benceno y otros compuestos (parafinas, olefinas, isoparafinas, naftenos y aromáticos) en combustibles volátiles como la gasolina por la técnica de cromatografía de gases. (3) Determinación de azufre total en combustibles como el diesel y gasolina por cromatografía de gases con detector de quimiluminiscencia de azufre.,

01/2007 - 01/2007 **Institución**, GOBIERNO FEDERAL CENTRALIZADO, **AYUDANTE EN EL PIREC**, SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA / SUBSECRETARIA DE GESTION PARA LA PROTECCION AMBIENTAL, DETERMINACION DE HIDROCARBUROS EN EL AIRE AMBIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO Y ZONA METROPOLITANA, , , **ANALISIS DE LOS GASES DE LOS ESCAPES DE LOS AUTOMÓVILES POR CROMATOGRÁFIA DE GASES**,

11/2004 - 11/2005 **Institución**, INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, **AYUDANTE "A" DE POSGRADO**, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI), SINTESIS Y CARACTERIZACION DE MATERIALES CATALITICOS PARA LA OXIDACION DE COMPUESTOS ORGANIZADOS EN EL DIESEL Y GASOLINA, EFECTOS EN LA ULTRAVIOLETA, VISIBLE

ANALÍTICAS DE CROMATOGRAFÍA DE GASES Y ESPECTROSCOPIA RAMAN LAS CUALES NOS SIRVIERON PARA ANALIZAR TANTO LA ACTIVIDAD DE LOS CATALIZADORES EN REACCIONES DE OXIDACIÓN ASÍ COMO OBSERVAR LAS FASES PRESENTES EN LA SUPERFICIE DE LOS CATALIZADORES Y DE ESA MANERA DETERMINAR CON MAYOR EXACTITUD CUAL PODRÍA SER LA FASE ACTIVA QUE PERMITE QUE LOS REACTIVOS SEAN CONVERTIDOS A LOS PRODUCTOS DESEADOS.,

11/2002 - 11/2004 **Institución**, INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, **AYUDANTE B**, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI), SINTESIS Y CARACTERIZACION DE MATERIALES CATALITICOS UTILIZADOS EN LA OXIDACION DE COMPUESTOS ORGANOAZUFRADOS EN DIESEL Y GASOLINA, CROMATOGRAFIA DE GASES, ESPECTROSCOPIA RAMAN, LOS PRINCIPALES LOGROS OBTENIDOS DURANTE EL PERIODO DE CONTRATACIÓN FUERON LOS SIGUIENTES: (1) SE IMPARTIERON CLASES DE LABORATORIO DE REACCIONES Y ENLACE QUÍMICO Y DE LABORATORIO DE ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES. (2) SE SINTETIZARON MATERIALES MESOPOROSOS TIPO MCM-41 Y MCM-22, LOS CUALES FUERON PROBADOS EN REACCIONES DE ALQUILACIÓN,

## PRODUCCION CIENTIFICA

### •ARTICULOS

- 2014 **ADSORPTION OF AZO-DYE ORANGE II FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING A METAL-ORGANIC FRAMEWORK MATERIAL: IRON- BENZENETRICARBOXYLATE**, Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, Marcos May Lozano, Isaías Hernández Pérez, María J. Valero, Ana M. Maubert Franco, **Materials**, Vol.7, Pag.8037-8057, **Revistas Indizadas**,
- 2013 **NIOBIA- SUPPORTED NANOSCALED BULK-NIO CATALYSTS FOR THE AMMOXIDATION OF ETHANE INTO ACETONITRILE (ISSN: 1011-372X)**, Elizabeth Rojas, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, **Catalysis Letter**, Vol.143, Pag.31-42, **Revistas Arbitradas**,
- 2013 **PERFORMANCE OF NIO AND NI-NB-O ACTIVE PHASES DURING THE ETHANE AMMOXIDATION INTO ACETONITRILE (ISSN: 2044-4753)**, Elizabeth Rojas, Juan J. Delgado, M. Olga Guerrero-Pérez and Miguel A. Bañares, **Catalysis Science & Technology**, Vol.3, Pag.3173-3182, **Revistas Arbitradas**,
- 2012 **ERRATUM: CORRELATION BETWEEN THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE AMMONIA ADSORPTION PROCESS ON THE (1 1 0)-VSBO 4 SURFACE (CATALYSIS TODAY (2010) 158 (178-185)) (ISSN: 0920-5861)**, Elizabeth Rojas, Mónica Calatayud, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, **Catalysis today**, Vol.187, Pag.212-213, **Revistas Indizadas**,
- 2012 **THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF LIGHT HYDROCARBON AMMOXIDATION AND OXIDATIVE DEHYDROGENATION ON (110)-VSBO4 SURFACES (ISSN: 1932-7447)**, Elizabeth Rojas, Mónica Calatayud-Antonino, Miguel A. Bañares, Olga Guerrero, **J. Phys. Chem. C**, Vol.116, Pag.9132-9141, **Revistas Indizadas**,
- 2012 **NIOBIOSILICA MATERIALS AS ATTRACTIVE SUPPORTS FOR SB-V-O CATALYSTS (ISSN:022-5528**, H. Golinska-Mazwa, E. Rojas, R. López-Medina, M. Zolek, M. A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, **Topics in Catalysis**, Vol.55, Pag.837-845, **Revistas Indizadas**,
- 2011 **ALUMINA SUPPORT-STABILIZED NANOSCALED VANADIUM PHOSPHOROUS MIXED OXIDES AS NEW CATALYSTS FOR PROPANE AMMOXIDATION (ISSN: 1873-3875)**, Ewelina Mikolajska, Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, Anna E. Lewandowska, José Luis G. Fierro, Miguel A. Bañares, **Appl. Catal. A: General**, Vol.404, Pag.93-102, **Revistas Indizadas**,
- 2011 **TUNING OF ACTIVE SITES IN NI-NB-O CATALYSTS FOR THE DIRECT CONVERSION OF ETHANE TO ACETONITRILE OR ETHYLENE (ISSN: 0920-5861)**, Fernando Rubio-Marcos, Elizabeth Rojas, Ricardo López-Medina, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, José F. Fernández, **Chem.Cat.Chem.**, Vol.3, Pag.1637-1645, **Revistas Indizadas**,
- 2011 **IN SITU RAMAN STUDIES DURING SULFIDATION, AND OPERANDO RAMAN-GC DURING AMMOXIDATION REACTION USING NICKEL-CONTAINING CATALYSTS: A VALUABLE TOOL TO IDENTIFY THE TRANSFORMATIONS OF CATALYTIC SPECIES (ISSN: 1463-9076)**, M. Olga Guerrero-Pérez, Elizabeth Rojas, Aida Gutiérrez-Alejandre, Jorge Ramírez, Felipe Sánchez-Minero, César Fernández-Vargas, Miguel A. Bañares, **Phys. Chem. Chem. Phys.**, Vol.13, Pag.9260-9267, **Revistas Indizadas**,
- 2011 **HIGHLY ACTIVE AND SELECTIVE SUPPORTED BULK NANOSTRUCTURED MOVNBTEO CATALYSTS FOR THE PROPANE AMMOXIDATION PROCESS (ISSN: 0920-5861)**, R. López-Medina, E. Rojas, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, **Catalysis Today**, Vol.192, Pag.67-71, **Revistas Indizadas**,
- 2010 **CORRELATION BETWEEN THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE AMMONIA ADSORPTION PROCESS ON THE (110)-VSBO4 SURFACE (ISSN: 0920-5861)**, Elizabeth Rojas, Mónica Calatayud, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, **Catal. Today**, Vol.158, Pag.178-185, **Revistas Indizadas**,
- 2010 **OPERANDO AND IN SITU RAMAN SPECTROSCOPY DURING CATALYTIC REACTION IN THE LIQUID PHASE AND FOR SOLID-GAS REACTIONS (ISSN:0065-7727)**, Miguel Ángel Bañares González, Vanesa Calvino Casilda, Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, María Olga Guerrero Pérez, **240th ACS**

- PRODUCTION (ISSN: 0926-860X)**, H. Golinska, E. Rojas, R. López-Medina, V. Calvino-Casilda, M. Ziolek, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, **Applied Catalysis A. General**, Vol.380, Pag.95-104, **Revistas Indizadas** ,
- 2009 **DIRECT AMMOXIDATION OF ETHANE: AN APPROACH TO TACKLE THE WORLDWIDE SHORTAGE OF ACETONITRILE (ISSN: 1566-7367)**, Elizabeth Rojas, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, **Catal. Commun.**, Vol.10, Pag.1555-1557, **Revistas Indizadas** ,

#### •CAPITULOS DE LIBROS

- 2010 **ALKANE AMMOXIDATION ON SBV04: CORRELATION BETWEEN QUANTUM CHEMICAL ADSORPTION STUDIES AND EXPERIMENTAL RESULTS**, HPC-Europa 2 SCIENCE AND SUPERCOMPUTING IN EUROPE, , Vol. , Pags. ,

#### •PARTICIPACION EN CONGRESOS

- 2015 **OXIDACIÓN DE DIBENZOTIOFENO CON MATERIALES MESOPOROSO**, Nacional, **AMIDIQ 2015**, RICARDO LÓPEZ MEDINA ISAÍAS HERNÁNDEZ PÉREZ RAÚL SUÁREZ PARRA ELIZABETH ROJAS GARCÍA MARCOS MAY LOZANO FERNANDO CHÁVEZ RIVAS , **México** ,
- 2014 **OXIDATION OF DIBENZOTHIOPHENE ON WOX-MCM-41 CATALYST**, Nacional, **Fifth International Workshop for R&D Clustering Among Mexico and Korea in Ecomaterials Processing**, R. LÓPEZ MEDINA I. HERNÁNDEZ PÉREZ R. SUÁREZ PARRA M. MAY LOZANO , **México** ,
- 2014 **SYNTHESIS OF B-TIO2 UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF HYDROLYSIS**, Nacional, **3rd Latin American Congress of Photocatalysis , Photochemistry and Photobiology (3er LACP3-2014)**, M. MAY LOZANO G.M. RAMOS REYES R. LÓPEZ MEDINA I. HERNÁNDEZ PÉREZ , **México** ,
- 2013 **ROLE OF DISPERSED VANADIA AND OF CATIONIC VACANCIES FOR LIGHT HYDROCARBON AMMOXIDATION AND OXIDATIVE DEHYDROGENATION ON VSBO4, THEORETICAL AND OPERANDO INSIGHT ON STRUCTURE-ACTIVITY RELATIONSHIPS**, Extranjero, **ACS National Meeting**, MIGUEL A. BAÑARES MONZICA CALATAYUD M. OLGA GUERRERO-PEREZ , **México** ,
- 2011 **NIOSILICA MATERIALS AS ATTRACTIVE CATALYTIC SUPPORTS FOR SB-V-O CATALYSTS**, Extranjero, **7th International Symposium on Group Five Elements**, M. ZIOLEK M.A. BAÑARES R. LÓPEZ-MEDINA M.O. GUERRERO-PÉREZ H. GOLINSKA-MAZWA ELIZABETH ROJAS , **Italia** ,
- 2011 **NIBIUM-SUPPORTED CATALYSTS FOR THE DIRECT AMMOXIDATION OF ETHANE INTO ACETONITRILE**, Extranjero, **7th International Symposium on Group Five Elements**, ELIZABETH ROJAS M.A. BAÑARES M.O. GUERRERO-PÉREZ , **Italia** ,
- 2011 **NUEVOS MATERIALES CATALÍTICOS JERÁRQUICAMENTE NANO-MICRO ESTRUCTURADOS PARA LA AMONOXIDACION DE ETANO A ACETONITRILLO**, Extranjero, **SECAT-11**, ELIZABETH ROJAS R. LÓPEZ-MEDINA M.O. GUERRERO-PÉREZ J. F. FERNÁNDEZ M.A. BAÑARES F. RUBIO-MARCOS , **España** ,
- 2011 **PROPANE AMMOXIDATION ON ALUMINA-STABILIZED NANOSCALED MOVNBTEO OXIDE CATALYSTS**, Extranjero, **7th International Symposium on Group Five Elements**, R. LÓPEZ-MEDINA M.O. GUERRERO-PÉREZ M.A. BAÑARES ELIZABETH ROJAS , **Italia** ,
- 2011 **SUPPORTED NiO NANOPARTICLES AS CATALYSTS FOR THE ETHANE TRANSFORMATION INTO ACETONITRILE IN ONE STEP**, Extranjero, **Europacat X**, E.ROJAS M.A. BAÑARES M.O. GUERRERO-PÉREZ , **Escocia** ,
- 2010 **OPERANDO RAMAN SPECTROSCOPY, A REAL-TIME INSIGHT INTO THE STATES OF THE CATALYSTS AT WORK**, Extranjero, **XIX International Materials Research Congress**, M. A. BAÑARES M. O. GUERRERO-PÉREZ V. CALVINO-CASILDA M. GARCÍA CASADO R. LÓPEZ MEDINA E. ROJAS GARCÍA E. J. MIKOLAJSKA . J. VALERO PEDRAZA J. PRIETO C. GOBERNA-SELMA , **México** ,
- 2010 **REAL-TIME RAMAN SPECTROSCOPY DURING REACTION: THE OPERANDO APPROACH AS A TOOL TO UNDERSTANDING AND CONTROL CATALYSIS**, Extranjero, **The 13th Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress**, MIGUEL A. BAÑARES V. CALVINO-CASILDA A. E. LEWANDOWSKA M. O. GUERRERO-PÉREZ J. PRIETO C. GOBERNA-SELMA R. LÓPEZ MEDINA E. J. MIKOLAJSKA M.J. VALERO PEDRAZA E. ROJAS GARCIA , **China** ,
- 2009 **AMMOXIDATION OF ETHANE: A PROMISING METHOD FOR THE SYNTHESIS OF ACETONITRILE AT A COMMERCIAL SCALE**, Extranjero, **EuropaCat IX**, E. ROJAS GARCIA M.A. BAÑARES M. O. GUERRERO-PÉREZ , **España** ,
- 2009 **AMONOXIDACIÓN DE ETANO Y PROPANO SOBRE CATALIZADORES DE SBVNB SOPORTADOS EN  $\gamma$ -AL2O3**, Extranjero, **Sociedad Española de Catalisis, (SECAT2009)**, E. ROJAS GARCIA M. A. BAÑARES M.O. GUERRERO-PÉREZ , **España** ,
- 2009 **DIRECT AMMOXIDATION OF ETHANE: A POSSIBLE SOLUTION TO THE WORLDWIDE SHORTAGE OF ACETONITRILE**, Extranjero, **EuropaCat IX**, E. ROJAS GARCIA M.A. BAÑARES M. O. GUERRERO-PÉREZ , **España** ,
- 2009 **MESOPOROUS SUPPORTED SB-V-O CATALYSTS FOR THE AMMOXIDATION OF PROPANE INTO**

- 2009 **MESOPOROUS SUPPORTED SB-V-O CATALYSTS FOR THE AMMOXIDATION OF PROPANE INTO ACRYLONITRILE**, Extranjero, **6thWorld Congress on Oxidation Catalysis**, E. ROJAS GARCIA M.A. BAÑARES M. OLGA GUERRERO-PÉREZ, México ,
- 2009 **THEORETICAL INVESTIGATION OF THE AMMONIA ADSORPTION PROCESS ON (110)-VSBO4 SURFACE**, Extranjero, **COST Chemistry D36 3rd Workshop and 5th Management Committee Meeting**, E. ROJAS GARCIA M.O. GUERRERO-PÉREZ M.A. BAÑARES M. CALATAYUD , España ,
- 2006 **CARACTERIZACIÓN UV-VIS, FTIR Y EPR NANOCATALIZADORES V2O5 SOPORTADOS EN ZIRCONIO Y SU APLICACIÓN A LA DESULFURACIÓN OXIDATIVA**, Nacional, **11ª Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas**, R. LOPEZ M. MAY I. HERNANDEZ R. SUAREZ F. CHAVEZ E. ROJAS , México ,
- 2006 **EFFECTO DE SUSTANCIAS BÁSICAS Y ÁCIDAS EN UNA REACCIÓN DE OXIDACIÓN CATALIZADA**, Nacional, **Mexican Congress on Chemical Reaction Engineering (MCCRE-2006)**, M. MAY E. ROJAS R. LOPEZ I. HERNANDEZ F. CHAVEZ , México ,
- 2006 **NANOPARTÍCULAS DE WO3 SOPORTADAS EN ZRO2 Y LA DETECCIÓN DE WN+ POR MEDIO DE ESPECTROSCOPIAS UV-VIS, RAMAN Y EPR**, Nacional, **XI SIMPOSIO DE FISICA DE MATERIALES**, R. LOPEZ E. ROJAS M. MAY I. HERNANDEZ R. SUAREZ , México ,
- 2006 **SINTESIS Y CARACTERIZACION DE ZR- MCM-41 PARA SU APLICACION A REACCIONES DE OXIDACION**, Nacional, **11A REUNION NACIONAL ACADEMICA DE FISICA Y MATEMATICAS**, R. LOPEZ E. ROJAS M. MAY I. HERNANDEZ , México ,
- 2006 **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ZR-MCM-41 PARA SU APLICACIÓN A REACCIONES DE OXIDACIÓN**, Nacional, **11ª Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas**, E. ROJAS R. LOPEZ M. MAY F. CHAVEZ I. HERNANDEZ , México ,
- 2006 **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA DE W-MCM - 41 Y SU APLICACIÓN A LA DESULFURACIÓN OXIDATIVA DE DIBENZOTIOFENO**, Nacional, **XI SIMPOSIO EN FISICA DE MATERIALES**, E. ROJAS M. MAY , R. LOPEZ I. HERNANDEZ R. SUAREZ , México ,
- 2006 **SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND CATALYTIC TESTING OF W/MCM-41 MESOPOROUS MATERIALS**, Extranjero, **Fifth International Conference on Inorganic Materials**, E. ROJAS R. LOPEZ M. MAY I. HERNANDEZ R. SUAREZ , Eslovenia ,
- 2005 **APLICACIÓN DEL SISTEMA WO3 /ZRO2 COMO CATALIZADOR EN LA DESULFURACIÓN OXIDATIVA DE DIESEL**, Nacional, **10ª Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas.**, R. LOPEZ E. ROJAS M. MAY R. SUAREZ I. HERNANDEZ , México ,
- 2005 **BIODEGRADACIÓN DE LA MEZCLA BTX POR PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM EN CULTIVO LÍQUIDO**, Nacional, **XL Congreso Mexicano de Química.**, I.B. LORA M.P. PEREZ E. ROJAS R. LOPEZ M.R. CRUZ I. HERNANDEZ , México ,
- 2005 **CATALIZADORES HETEROGÉNEOS DE W-MCM-41 PARA SU APLICACIÓN EN REACCIONES DE DESULFURACIÓN OXIDATIVA DE DIBENZOTIOFENO**, Nacional, **Congreso Mexicano de Catálisis**, R. LOPEZ , E. ROJAS M. MAY R. SUAREZ I. HERNANDEZ , México ,
- 2005 **ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y REDOX DEL SISTEMA VOX /ZRO2**, Nacional, **10ª Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas.**, R. LOPEZ E. ROJAS M. MAY F. CHAVEZ I. HERNANDEZ , México ,
- 2005 **STRUCTURE AND CATALYTIC PERFORMANCE OF MIXED OXIDE NANOSTRUCTURES FOR THE OXIDATIVE DESULPHURIZATION OF DIESEL FUEL WITH H2O2**, Extranjero, **Catalytic processes on advanced micro- and mesoporous materials**, R. LOPEZ E. ROJAS M. MAY F. CHAVEZ R. SUAREZ I. HERNANDEZ , Bulgaria ,
- 2005 **WO3 /ZRO2 AS CATALYST FOR OXIDATIVE DESULFURIZATION OF DIESEL**, Extranjero, **EUROMAT 2005**, R. LOPEZ M. MAY F. CHAVEZ I. HERNANDEZ E. ROJAS , República Checa ,

## FORMACION ACADEMICA

### •NIVELES/GRADOS ACADEMICOS

- 11/09/2012 **DOCTORADO**, DOCTORADO EN INGENIERIA QUIMICA CON MENCIÓN DOCTORADO EUROPEO, , UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID / FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS / DEPARTAMENTO DE QUIMICA INORGANICA, España , MADRID, **ENTIDADES EXTERNAS**, SISTEMAS CATALITICOS SB-V-O Y Ni-Nb-O EN REACCIONES DE AMONOXIDACIÓN DE HIDROCARBUROS LIGEROS: COMBINACIÓN DE ESTUDIOS TEÓRICOS Y OPERANDO COMO HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DE CATALIZADORES EFICACES.
- 18/09/2008 **MAESTRIA**, MASTER EN INGENIERIA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES, , UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID / FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS / DEPARTAMENTO DE QUIMICA INORGANICA, España , MADRID, **ENTIDADES EXTERNAS**, ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD CATALÍTICA EN LA AMONOXIDACIÓN DE PROPANO SOBRE CATALIZADORES DE ÓXIDOS DE Sb-V-Nb SOPORTADOS EN MATERIALES MESOPOROSOS Y EN ALÚMINA.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, México, DISTRITO FEDERAL, INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, SINTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS MxOy / ZrO2 (M= Fe, Mn, V, W) PARA SU APLICACIÓN A REACCIONES DE OXIDACIÓN.

01/12/2003 LICENCIATURA, INGENIERA QUIMICA, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, México, DISTRITO FEDERAL, INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, DESARROLLO DE CATALIZADORES SOPORTADOS EN ZIRCONIA MESOPOROSA PARA LA ISOMERIZACION DE N-ALCANOS.

•IDIOMAS

30/03/2007 Inglés Conversacion: Medio, Lectura: Alto, Escritura: Alto (430)

## FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

•DOCENCIA

05/2011 - 07/2015 Estructura atómica y enlace químico, Tiempo en Horas (5) UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA

01/2015 - 04/2015 Estructura atómica y enlace químico, Tiempo en Horas (5) UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA

01/2015 - 04/2015 Estructura atómica y enlace químico, Tiempo en Horas (5) UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA

11/2002 - 11/2005 LABORATORIOS DE QUÍMICA, Tiempo en Horas (20) UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI), LICENCIATURA

•TESIS DIRIGIDAS

13/07/2015 Almacenamiento de hidrógeno en nanotubos de carbono (NTCs) sintetizados a partir de materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA, Jorge Alejandro Lujano Torres México,

13/07/2015 Estudio de la adsorción del colorante azo orange II en medio acuoso usando materiales híbridos metal-orgánicos (MOFs), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA, Marcey Lujano Torres México,

18/12/2015 NANOTUBOS DE CARBONO EN ESTRUCTURAS METAL-ORGÁNICAS PARA LA ADSORCIÓN DE CO2, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA, Omar Robledo Arvizu México,

18/12/2015 Incorporación de nanotubos de carbono en materiales híbridos metal-orgánicos para el almacenamiento de hidrógeno, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS, LICENCIATURA, Emanuel Perdomo Arvizu México,

## INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

•ESTANCIAS DE INVESTIGACION

10/2011 - 10/2011 ,, EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY, XAS STUDY OF VANADIUM OXIDATION STATE DURING PROPANE AMMOXIDATION REACTION OVER ALUMINA-SUPPORTED VANADIUM PHOSPHATE CATALYSTS., Francia

11/2010 - 11/2010 ,, EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY, XAS STUDY OF NICKEL OXIDATION STATE IN ZNO/NIO MIXTURES, Francia

09/2010 - 11/2010 UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE. PARIS 6, ENTIDADES EXTERNAS, QUANTUM CHEMICAL STUDY OF MECHANISM FOR (AMM)OXIDATION OF PROPANE AND ETHANE ON THE (110) VANADIUM ANTIMONATE OXIDE SURFACE, Francia

05/2009 - 07/2009 UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE. PARIS 6, ENTIDADES EXTERNAS, DFT METHODS FOR MODELLING RUTILE VSBO4 SURFACES AND THEIR INTERACTION WITH GAS PHASE MOLECULES., Francia

02/2006 - 02/2006 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, INST. DE EDU. SUP. PUBLICAS, ESPECTROSCOPIA FOTOELECTRONICA DE RAYOS - X (XPS), México

## •PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

- 06/2015 - 05/2016 **Proyecto de Investigación**, FORTALECIMIENTO DEL ÁREA DE QUÍMICA DE MATERIALES EN LA SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOTUBOS DE CARBONO (NTCS) SINTETIZADOS A PARTIR DE MATERIALES HÍBRIDOS METAL-ORGÁNICOS (MOFS), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA / UNIDAD AZCAPOTZALCO / DIVISION DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA (CBI) / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
**Empresas Participantes** : INSTITUTO DE CATÁLISIS Y PETROLEOQUÍMICA - MADRID , UNED (MADRID, ESPAÑA) , UNIVERSIDAD DE MALAGA (MALAGA, ESPAÑA) , UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS, FRANCIA)  
**Investigadores Participantes** : **ELIZABETH ROJAS GARCIA**  
**Becarios Participantes** : MARCELY LUJANO TORRES , JORGE ALEJANDRO LUJANO TORRES , OMAR ROBLEDOS ARVIZU
- 01/2012 - 12/2014 **Proyecto de Investigación**, NANOSTRUCTURED ARCHITECTURE FOR CATALYTIC AND PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS, IN SITU AND OPERANDO STUDIES OF STRUCTURE-PERFORMANCE RELATIONSHIPS,  
**Empresas Participantes** : INSTITUTO DE CATALISIS Y PETROLEOQUIMICA  
**Investigadores Participantes** : **MIGUEL ÁNGEL BAÑARES GONZÁLEZ**  
**Becarios Participantes** : E. ROJAS GARCIA , MARIA JOSE VALERO PEDRAZA , RICARDO LOPEZ MEDINA
- 07/2010 - 06/2011 **Proyecto de Investigación**, CERIUM-BASED CATALYSTS FOR THE PURIFICATION OF HYDROGEN FROM RENEWABLE SOURCES: A THEORETICAL AND EXPERIMENTAL APPROACH OF THE STRUCTURE-REACTIVITY RELATIONSHIPS (CERENH2),  
**Empresas Participantes** : EUROPEAN- LATIN AMERICAN NETWORK FOR SCIENCE  
**Investigadores Participantes** : **ADRIAN BONIVARDI**, MIGUEL ANGEL BAÑARES GONZALEZ  
**Becarios Participantes** : ELIZABETH ROJAS GARCIA , RICARDO LOPEZ MEDINA , MARIA JOSE VALERO PEDRAZA
- 01/2010 - 12/2011 **Proyecto de Investigación**, IN-SITU (RAMAN) SPECTROSCOPY STUDY DURING PHOTOCATALYSIS (PHOTORAMAN),  
**Empresas Participantes** : CSIC-RNS  
**Investigadores Participantes** : **MIGUEL ÁNGEL BAÑARES GONZÁLEZ**  
**Becarios Participantes** : ELIZABETH ROJAS GARCIA , RICARDO LOPEZ MEDINA , EWELINA MICKLAWSKA , MARIA JOSE VALERO PEDRAZA
- 12/2008 - 12/2011 **Proyecto de Investigación**, CONTROL ESPECTROSCÓPICO EN TIEMPO REAL DE CATALIZADORES DE LECHO FIJO USANDO RAMAN Y UV-VIS IN SITU/OPERANDO (AUTOPERANDO),  
**Empresas Participantes** : MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE ESPAÑA  
**Investigadores Participantes** : **MIGUEL ANGEL BAÑARES GONZÁLEZ**, VANESA CALVINO CASILDA  
**Becarios Participantes** : ELIZABETH ROJAS GARCÍA , RICARDO LÓPEZ MEDINA

## •GRUPOS DE INVESTIGACION

### •APOYOS CONACYT

- 11/2013 - 10/2014 **207238**, Formación Académica , **REPATRIACIÓN/CONSOLIDACION INS**
- 10/2007 - 09/2011 **185811**, Formación Académica , **BECA**
- 01/2004 - 12/2005 **185811**, Formación Académica , **BECA**

## DISTINCIONES Y PREMIOS

### •DISTINCIONES

- 2012 **Doctorado en Ingeniería Química con mención doctorado europeo** José Carrillo Menéndez **España**, Universidad Complutense de Madrid
- 2010 **Homologación de mi título de licenciatura en Ingeniería Química a un título universitario oficial** MARGARITA DE LEZCANO-MUJICA **España**, MINISTERIO DE EDUCACION
- 2003 **Constancia de buen desempeño académico a nivel licenciatura** UAM México, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA