



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN

PI-14-36



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (Internos, Semilla, Junior, Senior, Externo): \_\_\_\_\_

Área del proyecto:

Ciencias Básicas

Ciencias Aplicadas

**FACULTAD:** Ingeniería Mecánica

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Materiales

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Desarrollo de Nuevos Materiales - Nanopartículas  
(verificable en el saew)

1 **Proyecto de Investigación Semilla**

**Título:** Síntesis química de nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio para mejorar propiedades específicas de sustratos textiles, vítreos y metálicos

**Resumen del proyecto** (máximo 200 palabras)

El presente proyecto busca sintetizar nanopartículas de óxidos cerámicos de titanio, zinc y zirconio para aprovechar las propiedades que presentan estos óxidos a escala nanométrica y obtener superficies vítreas autolimpiables, mejorar las propiedades antimicrobianas de sustratos textiles y mejorar la protección de los sustratos metálicos contra la corrosión. Para ello, se propone desarrollar métodos de síntesis química para la obtención de las nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio, así como los procedimientos necesarios para la incorporación y adherencia de estas nanopartículas sintetizadas sobre sustratos vítreos, textiles y metálicos, respectivamente. Estos procesos incluyen además de la síntesis química, la caracterización de las nanopartículas obtenidas por técnicas instrumentales, formulación para la incorporación de las nanopartículas de óxido de zinc sobre sustratos textiles y la obtención de las películas delgadas de las nanopartículas de óxido de titanio y óxido de zirconio sobre los sustratos vítreos y metálicos, respectivamente. Una vez elaborados estos nuevos materiales, serán caracterizados mediante ensayos de actividad fotocatalítica, antimicrobianos y de corrosión para determinar sus potenciales aplicaciones. Finalmente, se comparará el desempeño de los nuevos materiales obtenidos con los sustratos sin la adhesión de las nanopartículas sintetizadas.

Palabras clave (3-5): nanopartículas, óxido de zinc, óxido de titanio, óxido de zirconio

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**CONSEJO ACADÉMICO**

- 2 -

<b>4</b>	<p><b>Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b></p> <p><b>4.1. Objetivos</b></p> <p><b>4.1.1. Objetivo General</b></p> <p>Sintetizar químicamente nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio para mejorar propiedades específicas de sustratos textiles, vítreos y metálicos.</p> <p><b>4.1.2. Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Obtener nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio por síntesis química.</li><li>- Caracterizar las nanopartículas sintetizadas mediante técnicas instrumentales tales como: espectroscopia de infrarrojo por transformadas de Fourier, dispersión de luz láser y microscopía electrónica de barrido.</li><li>- Incorporar las nanopartículas de los óxidos sintetizados en sustratos vítreos, textiles y metálicos para obtener nuevos materiales.</li><li>- Caracterizar los nuevos materiales mediante ensayos de actividad fotocatalítica, antimicrobianos y de corrosión para determinar sus potenciales aplicaciones y comparar éstos con los sustratos convencionales.</li><li>- Transferir los resultados obtenidos al medio externo con miras a su aprovechamiento industrial.</li></ul> <p><b>4.2. Hipótesis</b></p> <p><i>Es posible sintetizar químicamente nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio para mejorar propiedades específicas de sustratos textiles, vítreos y metálicos.</i></p> <p><b>4.3. Resultados esperados</b></p> <p>Los resultados que se esperan tener durante la ejecución del proyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Procesos de obtención química de óxidos cerámicos de titanio, zinc y zirconio.</li><li>- Procesos de incorporación de las nanopartículas de los óxidos sintetizados sobre sustratos vítreos, textiles y metálicos para obtener nuevos materiales.</li><li>- Procesos de caracterización de las nanopartículas de óxidos sintetizados y de los nuevos materiales obtenidos.</li><li>- Al menos un estudiante graduado con la realización de un proyecto de titulación.</li><li>- Al menos un artículo remitido a una revista nacional para difundir los resultados del proyecto.</li><li>- Mejorar el equipamiento del Laboratorio de Cerámica de la EPN.</li></ul> <p><b>4.4. Potenciales Usuarios</b></p> <p>Los potenciales usuarios de los resultados del presente proyecto serán la industria productora de material vítreo, textil y la metálica. Además, de la comunidad científica y académica nacional quienes podrán hacer uso de los resultados obtenidos que aportarían de manera significativa al campo de la ciencia e ingeniería de materiales y la nanotecnología. Los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional podrían hacer uso de los equipos que se adquiriría para la ejecución del proyecto, puesto que este equipamiento se utilizaría para realizar prácticas de laboratorio para los estudiantes de pregrado y postgrado en el área de nanotecnología y materiales nanocompuestos.</p>
----------	---

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO**

- 3 -

<b>5</b>	<p><b>Relevancia de esta propuesta de investigación con los objetivos científicos del departamento y su Línea de Investigación.</b></p> <p>El presente proyecto constituye un aporte significativo al Departamento de Materiales, puesto que pretende desarrollar el área de investigación de nuevos materiales cerámicos con la síntesis química de nanopartículas de óxidos de titanio, zinc y de zirconio para mejorar las propiedades específicas de sustratos vítreos, textiles y metálicos.</p> <p>A nivel mundial el desarrollo de la nanotecnología se ha incrementado debido a que los materiales obtenidos dentro de este rango presentan nuevas propiedades que permiten satisfacer ciertas necesidades que los materiales convencionales no pueden cumplir debido a las características y propiedades que poseen. En el Ecuador son pocos los trabajos realizados en esta línea de investigación pero se tienen iniciativas de desarrollo investigativo ya que actualmente se cuenta con el área temática de nanotecnología dentro de la RedU. Además, se ha generado la implementación de nuevos laboratorios dentro de las universidades y escuelas politécnicas del país. Es así como dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica se encuentra el Departamento de Materiales que cuenta con laboratorios en los cuales se puede desarrollar e impulsar esta línea de investigación.</p> <p>La experiencia a ser adquirida durante la ejecución de este proyecto sería un recurso muy valioso para el Departamento de Materiales ya que permitiría generar e incrementar el conocimiento científico y técnico en nanotecnología, cerámica, materiales no metálicos y ciencia e ingeniería de materiales. También contribuye a fortalecer el desarrollo investigativo de la institución. Adicionalmente, la ejecución del proyecto permitiría mejorar el equipamiento de la institución, lo cual haría posible el continuar con la investigación propuesta e iniciar nuevos proyectos a futuro.</p>
<b>6</b>	<p><b>Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo y justificación del equipo requerido</b></p> <p style="text-align: center;">- Descripción del proyecto (Máximo una carilla)</p> <p>Las nanopartículas presentan ciertas propiedades que en tamaño macro no las tienen debido a que su tamaño de partícula se encuentra en el orden de los nanómetros. Al incorporar estas nanopartículas a ciertos sustratos se obtienen “nuevos materiales” con nuevas y mejoradas propiedades. Es así, que la versatilidad de usos que presentan los materiales asociados a las nanopartículas ha determinado un aumento de su demanda, requiriéndose cada vez más materiales con propiedades específicas y aplicaciones funcionales mejoradas en relación a los materiales convencionales.</p> <p>El desarrollo de estos nuevos materiales se establece porque el material nanoparticulado presenta propiedades mejoradas a las de los materiales convencionales que permiten tener nuevas aplicaciones. Así, el dióxido de titanio es un semiconductor que absorbe radiación en la región UV y es un óxido químicamente estable que puede ser sintetizado por precipitación controlada, sol-gel y precursor polimérico. Se lo puede utilizar en forma de polvo como absorbente de rayos UV en productos cosméticos y en la industria cerámica o en forma de revestimiento anticorrosivo (Vargas, Ochoa, Ortégón y Mosquera, 2011, p.188). De esta misma manera, el óxido de zinc presenta cierta actividad antimicrobiana, con gran estabilidad a altas temperaturas y/o presiones y larga vida útil, se lo puede utilizar en forma de polvo o como parte de revestimientos para aplicaciones industriales y textiles (Cioffi y Rai, 2012, pp.156-158). El dióxido de zirconio presenta propiedades catalíticas, conductoras, refractarias, mecánicas y de resistencia a la corrosión, esta última permite minimizar la problemática existente en la industria para controlar los problemas generados por la corrosión (Pineda et al, 2008, p.2; Mendoza y García, 2007, p. 100; Riquezes et al, 2012, p. 352).</p> <p>En este proyecto se plantea el mejoramiento de ciertas propiedades específicas de sustratos vítreos, textiles y metálicos mediante la incorporación de tres tipos de óxidos cerámicos, los óxidos a obtenerse mediante síntesis química son óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio. Una vez sintetizados estos óxidos serán adheridos por diferentes métodos a cada uno de los sustratos con el fin de obtener nuevos materiales.</p>

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO**

- 4 -

Los nuevos materiales a obtenerse son: a) películas delgadas de nanopartículas de óxido de titanio sobre sustratos vítreos con el fin de mejorar sus propiedades de autolimpieza, b) sustratos textiles con nanopartículas de óxido de zinc adheridas para mejorar sus propiedades antibacteriales y c) películas delgadas de nanopartículas de óxido de zirconio sobre sustratos metálicos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas y anticorrosivas. Las nanopartículas sintetizadas químicamente y los nuevos materiales obtenidos se caracterizarán mediante técnicas instrumentales que permitirán evaluar la parte estructural así como el mejoramiento de las propiedades específicas planteadas. De esta misma manera, los resultados obtenidos del desarrollo del proyecto serán difundidos mediante la elaboración de al menos un artículo científico que será publicado en una revista nacional.

Finalmente, es importante considerar que esta propuesta se puede desarrollar ya que está enmarcada dentro de las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica, donde se cuenta con el talento humano, con experiencia en el área de nanotecnología, así como con el equipamiento básico para desarrollar este tipo de nuevos materiales.

- Metodología y diseño de la investigación (Máximo una carilla)

La investigación planteada se ha dividido en las siguientes etapas:

1. Síntesis de nanopartículas de óxido de titanio mediante el método de sol-gel e incorporación en sustratos vítreos
2. Síntesis de nanopartículas de óxido de zinc mediante el método de Pechini e incorporación en sustratos textiles
3. Síntesis de nanopartículas de óxido de zirconio mediante el método de sol-gel e incorporación en sustratos metálicos
4. Caracterización mediante técnicas instrumentales de las nanopartículas
5. Evaluación de las propiedades específicas de los nuevos materiales

Las nanopartículas de dióxido de titanio serán obtenidas por el método sol gel a partir de oxisulfato de titanio como precursor. Para ello, se disolverá una cantidad de este precursor en agua destilada a temperatura ambiente y se agregará una solución de hidróxido de amonio hasta formar un precipitado a un pH aproximado de 8,5. El precipitado obtenido será sometido a dos procesos de síntesis con el fin de establecer el método más adecuado de obtención de nanopartículas de dióxido de titanio (Ge, Xu, y Fang, 2007, p. 4927; Ge y Xu, 2007, p. 2; Luo, 2008, p. 218). Una vez seleccionado el método de síntesis de nanopartículas de dióxido de titanio se procederá a sintetizar y a depositar estas nanopartículas sobre la superficie vítrea para formar una película delgada. La deposición de la película delgada se realizará mediante el método de inmersión con un lavado de agua destilada entre cada deposición de dióxido de titanio (Erdem, Kesmez, Burunkaya, Kiraz, Yeşil, Asiltürk y Arpaç, 2012, p. 465). Finalmente, los sustratos con la deposición de nanopartículas de dióxido de titanio serán sometidos a procesos de calcinación para promover la adherencia de la película delgada del óxido sintetizado. Se considerarán como variables en el proceso de calcinación al tiempo y a la temperatura (Ge et al, 2007, p. 4927; Luo, 2008, p. 218).

La síntesis de las nanopartículas de óxido de zinc se realizará mediante el método de Pechini, para ello se utilizarán respectivamente: como precursor acetato de zinc dihidratado, como agente quelante, ácido cítrico, los cuales darán paso a la formación del quelato metálico; y como solvente, etilenglicol, en una relación molar metal/ácido cítrico/etilenglicol igual a 1/4/16, mientras que para ajustar el pH se utilizará hidróxido de amonio (Guerrero, Rivas, Rosas y Valdivieso, 2013, p. 75). Los tratamientos que se desarrollarán tendrán como parámetros la relación molar precursor/agente quelante/solvente, temperatura de reacción, tiempo de reacción, pH y velocidad de agitación. Las variables del proceso serán los tiempos y las temperaturas del proceso de calcinación del producto obtenido de la síntesis. Para la adhesión de éstas nanopartículas se utilizarán 4 tipos de tejidos 100% algodón y 2 métodos de adhesión. Para evaluar los procesos de adhesión de las nanopartículas se realizarán procesos de lavado y secado (Rajendran et al., 2010, p. 203; Becheri et al., 2008, p. 681).

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO**

- 5 -

Para la obtención de las nanopartículas de óxido de zirconio por el método de Pechini se utilizará como precursor oxocloruro de zirconio octahidratado, acetato de calcio monohidratado, como estabilizador de las estructuras de óxido de zirconio, en una relación molar precursor/estabilizante de 0,84/0,16, respectivamente. Además, se utilizará etilenglicol, como disolvente polimerizable, glicina, como agente de control de pH y agua destilada, como agente hidrolizante (Dong et al, 2002, p.162). Una vez sintetizadas las nanopartículas en solución se procederá a realizar los recubrimientos sobre los sustratos metálicos, se aplicarán los métodos de recubrimiento. Los sustratos recubiertos por los anteriores métodos, se les someterá a un tratamiento térmico a una temperatura que oscilará entre 600 y 800 °C para que se consolide y cristalice el recubrimiento (Dong et al, 2002, p.162; Castro, 2003, p 36-37).

La caracterización de las nanopartículas obtenidas se realizará mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis termogravimétrico (TGA), difracción de rayos X (DRX), dispersión de luz láser (DLS).

La propiedad de autolimpieza de las películas delgadas de dióxido de titanio depositadas sobre los sustratos vítreos se evaluará mediante la determinación de la actividad fotocatalítica de la película que se determinará mediante la degradación de la solución de azul de metileno donde se utilizará una lámpara UV (Anaya, 2012, p. 33). La evaluación de las propiedades antimicrobianas de los sustratos textiles se realizará mediante la comparación del crecimiento de microorganismos entre el tejido original y el tejido tratado con las nanopartículas. Se utilizará un método de difusión en agar y como inóculo caldos de cultivo de los microorganismos de prueba *S. Aureus* y *E. Coli* (Rajendran et al., 2010, p.203). La caracterización de los sustratos metálicos recubiertos con nanopartículas de dióxido de titanio se realizará mediante un estudio en cámara salina para evaluar las propiedades anticorrosivas mediante la norma ASTM B117.

Se recomienda que el proyecto, su metodología y diseño de la investigación, este sustentada en referencias bibliográficas actualizadas y que en el cronograma de ejecución del proyecto se considere el tiempo que toma la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

**Cronograma de trabajo anual**

Actividad	MESES					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
Revisión bibliográfica para la síntesis química de nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio por síntesis química						
Obtención de las nanopartículas de óxido de titanio, óxido de zinc y óxido de zirconio por síntesis química.						
Caracterización de las nanopartículas sintetizadas mediante técnicas instrumentales.						
Revisión bibliográfica para la formulación de los nuevos materiales						
Formulación y adherencia de las nanopartículas de los óxidos sintetizados en sustratos vítreos, textiles y metálicos para obtener nuevos materiales.						
Caracterización los nuevos materiales mediante ensayos de actividad fotocatalítica, antimicrobianos y de corrosión para determinar sus potenciales aplicaciones y comparación con los sustratos convencionales						
Transferencia de los resultados obtenidos al medio externo						

**1. Justificación del equipo requerido**

Se requiere la compra de un equipo spin coating para realizar la adhesión de las nanopartículas de óxido de zirconio sobre los sustratos metálicos. La lámpara UV es necesaria para determinar la activación fotocatalítica de las nanopartículas de óxido de titanio.

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO**

- 6 -

<b>Referencias</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anaya, K. (2012). Actividad fotocatalítica de una heteroestructura de TiO<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub>:F/SUSTRATO en una solución de azul de metileno (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en alimento). UTM. Oaxaca. México.</li> <li>• Becheri, A., Dürr, M., LoNostro, P. y Baglioni, P. (2008). <i>Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles: application to textiles as UV-absorbers</i>. Journal of NanoparticleResearch, 10 (4), 679-689</li> <li>• Castro, Y., (2003). Recubrimientos protectores obtenidos por deposición electroforética (EPD) a partir de suspensiones sol-gel. (Proyecto previo a la obtención del título de Doctora en Ciencias Químicas).Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España</li> <li>• Cioffi, N. y Rai, M. (2012). Nano-Antimicrobials: Progress and prospects. (Ira. ed.). Italia, Bari: SpringerBerlin Heidelberg.</li> <li>• Dong, J., Hu, Z., Payzant, E.,Armstrong, T., Becher, P., (2002). Grain Growth in Nanocrystalline Yttrium-Stabilized Zirconia Thin Films Synthesized by Spin Coating of Polymeric Precursors. J. Nanosci. Nanotech,2(2), 161–169.</li> <li>• Erdem, H., Kesmez, Ö., Burunkaya, E., Kiraz, N., Yeşil, Z., Asiltürk, M. y Arpaç, E. (2011). Sol-gel thin films with anti-reflective and self-cleaning properties. Recuperado de: <a href="http://link.springer.com/article/10.2478%2Fs11696-012-0144-4">http://link.springer.com/article/10.2478%2Fs11696-012-0144-4</a> (Febrero, 2014).</li> <li>• Ge, L. y Xu, M. (2007). Fabrication and characterization of TiO<sub>2</sub> photocatalytic thin film prepares from peroxo titanico acid sol. Recuperado de: <a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10971-007-1545-7#page-1">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10971-007-1545-7#page-1</a> (Febrero, 2014).</li> <li>• Ge, L., Xu, M. y Fang, H. (2007). Synthesis of titanium oxide layers on glass substrates with aqueous refluxed sols (RS) and photocatalytic activities. Recuperado de: <a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10853-006-0553-2#page-1">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10853-006-0553-2#page-1</a> (Febrero, 2014).</li> <li>• Guerrero, V., Rivas, J., Rosas, N. y Valdivieso, C. (2013). Obtención de nanopartículas de óxidos de cinc y circonio por el método de Pechini. En VIII Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE 2013, Sangolquí, Ecuador. Recuperado de: <a href="http://ciencia.espe.edu.ec/wpcontent/uploads/2014/01/CyT2013.pdf">http://ciencia.espe.edu.ec/wpcontent/uploads/2014/01/CyT2013.pdf</a> (Abril, 2014)</li> <li>• Luo, Z. (2008). SZU Self-cleaning glass Technology. Recuperado de: <a href="http://link.springer.com/article/10.1007/s10971-008-1761-9#page-1">http://link.springer.com/article/10.1007/s10971-008-1761-9#page-1</a> (Febrero, 2014).</li> <li>• Mendoza, E., García, C., (2007). Recubrimientos por sol-gel sobre sustratos de acero inoxidable. Dyna, (153), 101-112.</li> <li>• Pineda, F., Vargas, E., Martínez, C., Sancy, M., Rabagliati, F., Pavez, J., Páez, M., (2008).Recubrimientos de zirconia dopados con nanopartículas para la protección de acero inoxidable. Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.</li> <li>• Rajendran, R., Balakumar, C., Mohammed, A., Jayakumar, S., Vaideki, K. y Rajesh, E. (2010). Use of zinc oxide nano particles for production of antimicrobial textiles. International Journal of Engineering, Science and Technology, 2 (1), 202-208.</li> <li>• Riquezes, G., Liscano, S., Jiménez, H, Mata, A., (2012). Influencia de la granulometría en la microestructura de los recubrimientos cerámicos de base zirconia obtenidos por termorrociado. DIP, 352-356.</li> <li>• Vargas, M., Ochoa, Y., Ortegón, Y., Mosquera, P., Rodríguez, J. y Camargo, J. (2011). Nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, fase anatasa, sintetizadas por métodos químicos. Recuperado de: <a href="http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/3622/2332">http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/3622/2332</a> (Febrero, 2014).</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Fecha de inicio</b>
	1 de julio de 2014
<b>8</b>	<b>Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales.</b>
	- Tiempos de dedicación semestral del Director de proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores. (Máximo 220 horas por semestre para el Director y 160 horas por semestre para los docentes colaboradores)

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO**

- 7 -

<b>Directora del Proyecto</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Nombres</b>	<b>Horas</b>
	Rosas Laverde	Nelly María	10
<b>Colaboradores del Proyecto</b>	Guerrero Barragán	Víctor Hugo	7
	Auxiliar de laboratorio 1		20

- Infraestructura y equipos disponibles para la ejecución del proyecto

Los Laboratorios de Nuevos Materiales y de Cerámica de la Facultad de Ingeniería Mecánica disponen de la infraestructura necesaria para realizar la síntesis de las nanopartículas de los óxidos de titanio, zinc y zirconio así como para la formulación y adhesión de las nanopartículas sintetizadas en los sustratos vítreo, textil y metálico. Además, dispone de los equipos requeridos para la ejecución del proyecto como son microscopía de infrarrojo FTIR, equipo de dispersión de luz láser y microscopio electrónico de barrido.

- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)

**9 Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto**

Se recomienda que los costos de los equipos, reactivos y materiales de laboratorio, **estén sustentados con proformas actuales**

Lista de ítems (por favor especifique)	Cantidad solicitada (US \$)
1. Contratación de pasantes	
- Contratación de auxiliar de laboratorio por 8 meses	1.936,00
<b>Subtotal</b>	<b>1.936,00</b>
2. Equipos	
- Spin coating	6.000,00
- Lámpara UV	500,00
<b>Subtotal</b>	<b>6.500,00</b>
3. Reactivos y materiales de laboratorio	
- Reactivos para la síntesis de los óxidos de titanio, zinc y zirconio	300,00
- Reactivos para la formulación y adhesión de las nanopartículas en sustratos vítreos, textiles y metálicos	300,00
- Material de vidrio para la síntesis de las nanopartículas y la obtención del nuevo material	300,00
- Material de seguridad	100,00
<b>Subtotal</b>	<b>1.000,00</b>
4. Literatura especializada	
- Libro de catálisis química	250,00
<b>Subtotal</b>	<b>250,00</b>
5. Viajes técnicos y de muestreo	
<b>Subtotal</b>	<b>0,0</b>
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales	
- Presentación en un seminario internacional	314,00
<b>Subtotal</b>	<b>314,00</b>
<b>TOTAL</b> (hasta US\$ 10.000,00 más IVA)	<b>10.000,00</b>

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
CONSEJO ACADÉMICO

- 8 -

10	<b>Firma del aplicante</b>	<b>Lugar y Fecha</b>
	 Nombre: Nelly María Rosas Laverde CC: 1714907324	Quito, 13 de junio de 2014
<b>DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO</b>		
<p>Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo de Facultad de Ingeniería Mecánica, en Sesión del 22 de mayo del 2014 mediante Resolución No. 042-2014 y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.</p>		
 JEFE DEL DEPARTAMENTO Ing. Willan Monar CC:		<u>Quito, 16 junio 2014</u> (lugar y fecha)