



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno  Proyecto Semilla  Proyecto Junior  Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica  Investigación Aplicada  Investigación Pedagógica  Innovación

**DEPARTAMENTO(S):**

1. Materiales (DM)
2. Física (DF)

**LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:**

1. Materiales nanoestructurados (Departamento de Materiales)
2. Nanoestructuras / Métodos espectroscópicos / Física aplicada (Departamento de Física)

### 1 Proyecto de Investigación

**Título:**

Funcionalización de superficies mediante la deposición de películas nanoestructuradas por impresión de nanotinta

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

Esta investigación propone la funcionalización de sustratos metálicos, cerámicos y poliméricos mediante la deposición de películas nanoestructuradas mediante impresión por inyección de nanotinta. Las películas obtenidas exhibirán propiedades fotoactivas, hidrofóbicas, antirreflectantes, autolimpiantes, entre otras. Para ello, se plantea combinar la deposición capa por capa y las técnicas de inyección de tinta y spin coating. De esta manera se dispensará exclusivamente las cantidades necesarias y suficientes de los componentes a usar, con las geometrías deseadas, a fin de obtener las películas delgadas diseñadas a medida. Para el proceso se utilizará un sistema de nanopartículas cargadas negativamente y un hidrogel cargado positivamente, que garantice la estabilidad del material y el control a nanoescala del espesor de la película y la cobertura de la partícula. La utilización de estos métodos persigue obtener una deposición rápida de patrones metálicos complejos usando una impresora de nanotinta, que brinde un alto rendimiento potencial, versatilidad en zonas planas, control en la deposición de la película, resolución y la reducción de residuos. El desarrollo de esta tecnología permitiría generar aplicaciones costo-efectivas en campos tales como la nanotecnología, la fotónica, el desarrollo de materiales avanzados, y la micro/nanoelectrónica.

Palabras clave (4-6): nanoestructuras, nanopartículas, hidrogel, nanotinta, sustratos cerámicos, impresión de inyección



## 5 **Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación**

### 5.1 **Objetivos**

#### 5.1.1 **Objetivo General**

- Funcionalizar superficies mediante la deposición de películas nanoestructuradas usando la técnica de impresión de nanotinta y/o spin coating

#### 5.1.2 **Objetivos Específicos**

- a. Sintetizar tintas nanoestructuradas con propiedades a medida.
- b. Desarrollar la metodología para la formulación de películas activas a partir del ensamblaje capa por capa mediante impresión de inyección de nanotinta y spin coating sobre diferentes sustratos.
- c. Caracterizar las nanoestructuras moleculares.
- d. Evaluar las propiedades específicas de las películas nanoestructuradas sobre diferentes tipos de sustratos.
- e. Transferir los resultados obtenidos al medio externo con miras a su aprovechamiento académico e industrial.

### 5.2 **Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.**

Este proyecto constituye un aporte significativo para los Departamentos de Materiales y Física, puesto que busca obtener materiales avanzados desarrollando nanotecnologías para funcionalizar superficies. Esto tiene una relación directa con varias de las líneas de investigación de estos Departamentos. Además, se desarrollarán metodologías, procesos y protocolos que permitirán caracterizar y evaluar nuevos materiales con miras a utilizarlos en aplicaciones con un gran impacto potencial. La ejecución de la propuesta permitirá también consolidar y fortalecer un grupo de investigación que ha trabajado en proyectos conjuntos durante varios años, obteniendo resultados significativos. También se aprovechará el conocimiento y la experiencia adquirida en la síntesis de nanopartículas, la obtención de compuestos y la caracterización de materiales.

A nivel mundial el desarrollo de la nanotecnología se ha acelerado 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 que poseen. En el Ecuador son pocos los trabajos realizados en esta línea de investigación pero se tienen iniciativas de desarrollo investigativo que pretende aprovechar el gran potencial que tiene el país para desarrollar materiales activos que puedan ser usados en estructuras inteligentes. Así, se han implementado nuevos laboratorios y se ha fortalecido el equipamiento dentro de las universidades y escuelas politécnicas del país. Dentro de la EPN se encuentran los Laboratorios de Nuevos Materiales y de Espectrometría de Masas y Espectroscopia Óptica, que cuentan con talento humano, equipamiento y experiencia de base para desarrollar e impulsar esta línea de investigación. Se han propuesto proyectos para conformar el Instituto de Nanotecnología y Materiales y para implementar un programa de doctorado en los mismos ámbitos.

La experiencia a ser adquirida durante la ejecución de este proyecto sería un recurso muy valioso para los Departamentos de Materiales y Física ya que permitiría generar e incrementar el conocimiento científico y técnico en nanotecnología, materiales cerámicos y nanoestructurados, óptica y espectroscopia, entre otros. También contribuye a fortalecer el desarrollo investigativo de la EPN, la cultura institucional de investigación aplicada y aportar al desarrollo de los futuros profesionales del país. Por otra parte, este proyecto ayudaría a fortalecer lazos científicos entre la EPN y las comunidades académica e industrial nacional e internacional relacionadas con el desarrollo de nanotecnologías y el procesamiento de materiales nanoestructurados, así como también a la elaboración de potenciales productos para aplicaciones industriales. 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.



### **5.3 Productos esperados**

- a. Publicaciones científicas (obligatorio);
- b. Disertación a la Comunidad Politécnica;
- c. Proyecto de Titulación;
- d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);
- e. Aplicación tecnológica construida o implementada;
- f. Patente presentada;
- g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.

### **5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)**

- a. Procesos de síntesis de tintas nanoestructuras.
- b. Procesos de formulación de películas fotoactivas a partir del ensamblaje capa por capa por impresión de inyección de nanotinta sobre sustratos metálicos, cerámicos y poliméricos.
- c. Materiales con propiedades a medida.
- d. Al menos un estudiante graduado de doctorado con la realización de su tesis en el marco de este estudio.
- e. Al menos un seminario sobre los resultados del proyecto.
- f. Al menos dos artículos publicados en revistas en inglés indexadas en SCIMAGO/SCOPUS y que se encuentren dentro del primer cuartil (Q1).
- g. Al menos un artículo remitido a una revista nacional para difundir los resultados del proyecto.
- h. Laboratorios de la EPN con equipamiento adecuado para la investigación, el desarrollo y la enseñanza de nuevos materiales y nanotecnología.



<b>6</b>	<p><b>Descripción, metodología y cronograma de trabajo</b></p> <p><b>6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)</b></p> <p>Los materiales nanoestructurados poseen impresionantes propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas y biológicas deseables en muchas tecnologías emergentes [5, 9, 12, 18, 19] que pueden ser aprovechadas para obtener materiales como emisores de luz orgánicos (OLED), semiconductores, celdas solares orgánicas, entre otros [6]. Sin embargo, estos dispositivos son preparados por diferentes técnicas tales como la litografía tradicional, impresión de inyección de tinta de materiales convencionales, fotolitografía o deposición capa por capa [5, 10, 11, 14, 16, 20]. Muchos de estos procesos presentan ciertos inconvenientes como son la producción de grandes cantidades de residuos químicos tóxicos, múltiples ciclos de inmersión requeridos para la preparación de las multicapas, así como procesos de lavado [2, 6].</p> <p>La técnica de impresión por inyección con nanotinta brinda la posibilidad de eliminar los procesos de lavado, la concentración de materiales, y largos y costosos procesos [6]. Además, brinda una gran facilidad para generar nuevas geometrías y diseños. Mediante la técnica de ensamblaje capa por capa (LBL) se pueden crear compuestos avanzados con propiedades excepcionales no alcanzables por otros procesos. Sin embargo, de forma convencional la técnica de LBL presenta ciertas desventajas como son las etapas de lavado frecuentes, procesos laboriosos que requieren múltiples ciclos de inmersión, entre otros. Por ello, al realizar la combinación del método de deposición LBL con la técnica de impresión por inyección de nanotinta se ofrece un control a escala nanométrica sobre el espesor de la capa, la cobertura variable de las nanopartículas en la superficie, y la compatibilidad con los esquemas aditivos de la fabricación de dispositivos [1, 4, 7, 21, 22].</p> <p>El uso de nanotintas en las tecnologías de impresión por inyección ha ido en aumento debido a que permiten disminuir los costos de fabricación del dispositivo mediante la reducción del consumo de materiales y la complejidad de los procesos. Además, esta técnica ofrece escalabilidad para las aplicaciones de gran superficie. Por ejemplo, en la actualidad se utilizan polímeros conjugados por sus propiedades semiconductoras en dispositivos optoelectrónicos como diodos emisores de luz orgánicos (OLED), dispositivos orgánicos para generar energía fotovoltaica y transistores orgánicos de efecto de campo (OFETs).</p> <p>En esta investigación se propone la funcionalización de superficies mediante la deposición de películas nanoestructuradas activas mediante la técnica de impresión de nanotinta. El desarrollo de las tecnologías necesarias para esta funcionalización y la obtención de sustratos funcionalizados permitirían desarrollar una amplia gama de aplicaciones con impacto en los ámbitos académico e industrial.</p> <p>La investigación planteada se ha dividido en las siguientes etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Síntesis de tintas nanoestructuras con propiedades funcionales a medida.</li><li>2. Formulación de películas nanoestructuradas a partir del ensamblaje capa por capa mediante impresión por inyección de nanotinta y/o spin coating sobre diferentes sustratos.</li><li>3. Caracterización mediante técnicas instrumentales de las nanoestructuras moleculares.</li><li>4. Evaluación de las propiedades específicas de las películas nanoestructuradas.</li></ol> <p>Las tintas nanoestructuradas exhiben propiedades multifuncionales, tales como hidrofobicidad, antirreflejo, propiedades autolimpiables y de conducción, entre otras. Las tintas nanoestructuradas están formadas por un sistema de nanopartículas metálicas y un hidrogel. Las nanopartículas (NPs) podrán ser de oro, plata u otros metales.</p> <p>Para la síntesis de estas NPs se utilizará un precursor que contenga el ión metálico, además de otros reactivos que actuarán como ligandos (amoníaco), agentes reguladores o niveladores (ácido dodecanoico (DDA)), agentes reductores (hidracina) y como medio de reacción se utilizará agua desionizada. El proceso de síntesis iniciará con la disolución del precursor en agua, a continuación se añadirá lentamente una solución del ligando, seguido por el agente regulador. Esta solución se mantendrá en agitación vigorosa durante 60 min. Los productos serán precipitados por la adición de acetona u otro solvente, y luego se realizará un proceso de secado al vacío durante 10 h a 60°C con el fin de obtener las NPs [3, 13, 17, 23].</p>
----------	---



Para la síntesis de los hidrogeles se considerará un diseño que incluye la estructura molecular y el dopaje, si es necesario, del gel, la capacidad de inyección de tinta en donde se incluyen parámetros como la viscosidad y la estabilidad.

La tinta nanoestructurada se preparará disolviendo una porción de las NPs sintetizadas en una solución acuosa o hidrogel. Esto permitirá ajustar a valores adecuados el pH, la viscosidad y la tensión superficial, para lo cual se utilizará dietilenglicol [6, 23].

La formulación de las películas nanoestructuradas se realizará por la deposición mediante spin coater y/o impresión de tinta sobre diferentes sustratos. Los sustratos podrán ser metálicos, cerámicos o poliméricos. Para la deposición por spin coater se colocará la solución de nanotinta sobre la superficie de los sustratos para formar una película delgada. La nanotinta se adherirá a la superficie mediante la acción centrífuga, la misma que hace que la solución se distribuya por la superficie del sustrato, generando un recubrimiento fino. La velocidad de rotación será de 3000 rpm durante 60 segundos aproximadamente [8, 17]. En el caso de impresión por nanotinta los patrones se imprimen sobre las diferentes matrices, durante el proceso de impresión, el sustrato se mantendrá a una temperatura aproximada de 85°C para facilitar el secado del disolvente y que la nanotinta quede adherida al sustrato [6]. La obtención de propiedades a medida se puede conseguir usando deposición capa por capa mediante inyección de tinta o spin coating.

La caracterización de las nanoestructuras moleculares obtenidas se realizará mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis termogravimétrico (TGA), difracción de rayos X (DRX), dispersión dinámica de luz (DLS), espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR) y por calorimetría diferencial de barrido (DSC). La evaluación de los sustratos funcionalizados y las películas activas incluirá la caracterización mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), medición del ángulo de contacto, tensión superficial. Además, se evaluarán propiedades de autolimpieza a través de la disociación de la degradación de azul de metileno y capacidades antibacterianas [3].

#### Bibliografía

- [1] Cheng K, Yang M-H, Chiu WWW, Huang C-Y, Chang J, Ying T-F, Yang Y. Ink-Jet Printing, Self-Assembled Polyelectrolytes, and Electroless Plating: Low Cost Fabrication of Circuits on a Flexible Substrate at Room Temperature. *Macromolecular Rapid Communications*. 2005; 26(4): 247-264.
- [2] Decher G. Fuzzy nanoassemblies: Toward layered polymeric multicomposites. *Science*. 1997; 277(5330):1232-1237.
- [3] Guerrero V. (Ed), *Nuevos Materiales: Aplicaciones Estructurales e Industriales*, ISBN: 978-9978-383-20-9, Quito, 2011.
- [4] Guo T-F, Chang S-C, Pyo S, Yang. Vertically Integrated Electronic Circuits via a Combination of Self-Assembled Polyelectrolytes, Ink-Jet Printing, and Electroless Metal Plating Processes. *Langmuir*. 2002; 18(21):8142-8147.
- [5] Hammond PT. Form and function in multilayer assembly: New applications at the nanoscale. *Advanced Materials*. 2004; 16(15):1271-1293.
- [6] Kang J.S., Ryu J., Kim H. S., And Hahn H. T. Sintering of Inkjet-Printed Silver Nanoparticles at Room Temperature Using Intense Pulsed Light. 2011; 10.1007/s11664-011-1711-0
- [7] Limem S, Li DP, Iyengar S, Calvert P. Multi-material inkjet printing of self-assembling and reacting coatings. *Journal of Macromolecular Science Part a-Pure and Applied Chemistry*. 2009; 46(12):1205-1212.
- [8] Loza D., Guerrero V., Dabrian R., Construction of low cost spin and dip coaters for thin film deposition using open source technology, *Momento* 49 (2), 13-25, 2014.
- [9] Mamedov AA, Kotov NA, Prato M, Guldi DM, Wicksted JP, Hirsch A. Molecular design of strong single-wall carbon nanotube/polyelectrolyte multilayer composites. *Nature Materials*. 2002; 1(3): 190-194.
- [10] Menard E, Meitl MA, Sun YG, Park JU, Shir DJL, Nam YS, Jeon S, Rogers JA. Micro- and nanopatterning techniques for organic electronic and optoelectronic systems. *Chemical Reviews*. 2007; 107(4):1117-1160. [PubMed: 17428024]
- [11] Nie ZH, Kumacheva E. Patterning surfaces with functional polymers. *Nature Materials*. 2008; 7(4): 277-290.
- [12] Podsiadlo P, Kaushik AK, Arruda EM, Waas AM, Shim BS, Xu JD, Nandivada H, Pumplun BG, Lahann J, Ramamoorthy A, Kotov NA. Ultrastrong and stiff layered polymer nanocomposites. *Science*. 2007; 318(5847):80-83. [PubMed: 17916728]
- [13] Rojas S., Guerrero V., Debut A., Propiedad Bactericida de Telas de Algodón Impregnadas con Nanopartículas de Plata, *Revista Digital Congreso de Ciencia y Tecnología*, Vol. 10, 7-11, 2015.
- [14] Roy S. Fabrication of micro- and nano-structured materials using mask-less processes. *Journal of Physics D-Applied Physics*. 2007; 40(22):R413-R426.
- [15] Salas G., Guerrero V., Rosas N., Uso de Nanopartículas de ZnO en Tejidos de Algodón para Mejorar sus Propiedades de Protección Ultravioleta, *Revista Digital Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, Vol 10, 16-21, 2015.
- [16] Simeone FC, Albonetti C, Cavallini M. Progress in Micro- and Nanopatterning via Electrochemical Lithography. *Journal of Physical Chemistry C*. 2009; 113(44):18987-18994.
- [17] Smith, R., Zhou, X., Huebner, W., Anderson, H., (2004). Novel yttrium-stabilized zirconia polymeric precursor for the fabrication of thin films. *J. Mater. Res*, 19 (9), 2708-2713.
- [18] Tang ZY, Wang Y, Podsiadlo P, Kotov NA. Biomedical applications of layer-by-layer assembly: From biomimetics to tissue engineering. *Advanced Materials*. 2006; 18(24):3203-3224.
- [19] Tang Z. Nanostructured artificial nacre. *Nature materials*. 2003; 2(6):413-U8.
- [20] Tekin E, Smith PJ, Schubert US. Inkjet printing as a deposition and patterning tool for polymers and inorganic particles. *Soft Matter*. 2008; 4(4):703-713.
- [21] Wang TC, Chen B, Rubner MF, Cohen RE. Selective Electroless Nickel Plating on Polyelectrolyte Multilayer Platforms. *Langmuir*. 2001; 17(21):6610-6615.





Actividad	Tercer Año 3						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Revisión bibliográfica para la síntesis química de tintas nanoestructuradas y películas con propiedades funcionales a medida.	6						6
Obtención de las tintas nanoestructuradas por síntesis química.	2	4	4	5			15
Formulación de películas con propiedades funcionales a partir del ensamblaje capa por capa mediante impresión de nanotinta y/o spin coating sobre diferentes sustratos.	3	4	5	5	5		22
Caracterización de las nanoestructuras moleculares y películas activas sintetizadas mediante técnicas instrumentales.	3	4	4	4	3		18
Evaluación de las propiedades específicas de películas activas sintetizadas sobre diferentes sustratos.	3	4	5	5	3	3	23
Transferencia de los resultados obtenidos al medio externo.				5	5	6	16
<b>TOTAL</b>							<b>100</b>

<b>7</b>	<b>Fechas de inicio y fin</b>
	<i>Fecha de inicio: 01 de febrero de 2016</i> <i>Fecha de finalización: 31 de enero de 2019</i>

<b>8</b>	<p><b>Infraestructura, equipos y fondos adicionales.</b></p> <p><b>8.1 Infraestructura y equipos</b></p> <p><i>El Laboratorio de Nuevos Materiales del Departamento de Materiales y el Laboratorio de Espectrometría de Masas y Espectrofotometría óptica del Departamento de Física disponen de la infraestructura para realizar la síntesis de material nanoparticulado y evaluación de los productos finales obtenidos. El LANUM cuenta con un calorímetro diferencial de barrido (DSC), un analizador termogravimétrico (TGA), un espectrofotómetro de infrarrojo (FT-IR) y un microscopio electrónico de barrido (MEB). El Laboratorio de Espectrometría de Masas y Espectrofotometría Óptica cuenta con equipos de caracterización tales como un espectrofotómetro LIBS y un espectrómetro MALDI, que serán utilizados para evaluar los materiales no convencionales utilizados y los residuos que se obtengan.</i></p> <p><b>8.2 Breve justificación del equipo requerido</b></p> <p><i>La obtención de nanoestructuras y su incorporación a sustratos demanda varios procesos. Para esto se requiere adquirir equipamiento especializado tales como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sorbona y caja seca, equipos requeridos para realizar los procesos de síntesis química de las nanoestructuras y películas con propiedades funcionales a medida.</i></li> <li>- <i>Viscosímetro, que permitirá realizar la caracterización de la viscosidad de la nanotinta sintetizada.</i></li> <li>- <i>Estufa de vacío, que permitirá realizar procesos de secado de las nanoestructuradas depositadas sobre los sustratos en una atmósfera controlada.</i></li> </ul>
----------	--



- Bomba de vacío, que será utilizada junto con el equipo de spin coater para realizar procesos de deposición.
- Impresora inkjet, que permitirá realizar los procesos de inyección de la nanotinta sobre los diferentes sustratos cerámicos, metálicos y/o poliméricos.
- Reómetro con medición de ángulo de contacto y tensión superficial, que permitirá realizar la caracterización superficial y definir si se trata de películas hidrofílicas o hidrofóbicas.

**8.3 Fondos Adicionales**

- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)

**9**

**Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)**

- Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.
- Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país.
- En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos

**Primer Año**

Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato		
1.1. Ayudantes de Investigación (1x12 meses)	5.946,67	
1.2. Estudiante de doctorado (1x10 meses)	2.644,44	
<b>Subtotal</b>	<b>8.591,11</b>	<b>4,3</b>
2. Maquinaria y Equipos		
2.1. Impresora inkjet (DM)	53.000,0	
2.2. Reómetro / Equipo de medición de ángulo de contacto (DF)	42.000,0	
2.3. Estufa de vacío (DM)	8.000,0	
2.4. Viscosímetro (DF)	5.000,0	
<b>Subtotal</b>	<b>108.000,0</b>	<b>54,0</b>
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
<b>Subtotal</b>	<b>2.900,0</b>	<b>1,5</b>
4. Literatura especializada		
<b>Subtotal</b>	<b>500,0</b>	<b>0,3</b>
5. Viajes técnicos y de muestreo		
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>119.991,11 + IVA</b>	<b>60,0</b>



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

<b>Segundo Año</b>		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato		
1.1. Ayudantes de Investigación (2x12 meses)	11.893,33	
1.2. Estudiante de doctorado (1x12 meses)	3.173,33	
<b>Subtotal</b>	<b>15.066,67</b>	<b>7,5</b>
2. Maquinaria y Equipos		
2.1. Sorbona (DM)	13.000	
2.2. Caja seca (DM)	16.000	
2.3. Bomba de vacío (DM)	3.000	
<b>Subtotal</b>	<b>32.000</b>	<b>16,0</b>
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
<b>Subtotal</b>	<b>3.000</b>	<b>1,5</b>
4. Literatura especializada		
<b>Subtotal</b>	<b>875,56</b>	<b>0,4</b>
5. Viajes técnicos y de muestreo		
<b>Subtotal</b>	<b>2.000</b>	<b>1,0</b>
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
<b>Subtotal</b>	<b>4.000</b>	<b>2,0</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>56.942,23 + IVA</b>	<b>28,5</b>

<b>Tercer Año</b>		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato		
6.1. Ayudantes de Investigación (2x12 meses)	11.893,33	
6.2. Estudiante de doctorado (1x12 meses)	3.173,33	
<b>Subtotal</b>	<b>15.066,67</b>	<b>7,5</b>
2. Maquinaria y Equipos		
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
<b>Subtotal</b>	<b>2.500</b>	<b>1,3</b>
4. Literatura especializada		
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
5. Viajes técnicos y de muestreo		
<b>Subtotal</b>	<b>1.500</b>	<b>0,8</b>
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
<b>Subtotal</b>	<b>4.000</b>	<b>2,0</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>23.066,67 + IVA</b>	<b>11,5</b>



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

<b>10</b>	<b>Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto</b>	
	Quito, 16 de julio de 2015 Nombre: Víctor H. Guerrero CC: 171073666-9	<b>Firma del Director</b>

**DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO**

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto ..... **al que pertenece el Director del Proyecto**, en Sesión del ..... mediante Resolución No. .... 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.

\_\_\_\_\_  
JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO  
Nombre:  
CC:

\_\_\_\_\_  
Lugar y fecha