



## 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
2. Física

### LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

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

## 1 Proyecto de Investigación

### Título:

Evaluación microestructural, superficial y termomecánica de compuestos nanoestructurados multifuncionales

### Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

En este proyecto se busca formular, obtener, caracterizar y definir aplicaciones de compuestos reforzados con nanopartículas metálicas y cerámicas y con nanoarcillas. Para esto se sintetizarán y obtendrán nanopartículas tales como las de plata y óxidos de titanio, cinc y circonio. Estas partículas serán incorporadas, en diferentes cantidades, en materiales poliméricos termoplásticos y termoestables. La incorporación se efectuará mediante adición y mezcla directa, polimerización in situ y extrusión. Los nanocompuestos se obtendrán mediante deposición a través de spin y dip coating o mediante inyección. Las nanopartículas sintetizadas y obtenidas serán caracterizadas mediante dispersión de luz láser (DLS), microscopía fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM). Los polímeros empleados como matrices serán caracterizados mediante espectroscopía de infrarrojo (FTIR), termogravimetría (TGA), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termomecánico (TMA). Los nanocompuestos obtenidos serán caracterizados mediante FTIR, TGA, DSC y TMA.

Los compuestos inyectados también se caracterizarán mecánicamente para determinar su resistencia, módulo elástico, deformación última y capacidad de absorción de energía de impacto. A través de la caracterización efectuada se identificarán los materiales que exhiban el mejor desempeño y tengan el mayor potencial de ser usados como materiales multifuncionales e incorporados en estructuras inteligentes.

### Palabras clave (4-6):

nanopartículas, nanocompuestos, materiales multifuncionales, estructuras inteligentes



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

**5.1 Objetivos**

**5.1.1 Objetivo General**

- Evaluar el desempeño de materiales nanoestructurados multifuncionales usados en estructuras inteligentes.

**5.1.2 Objetivos Específicos**

- Obtener películas delgadas reforzadas con nanopartículas sintetizadas en el país mediante procesos de deposición de spin y dip coating.
- Obtener nanocompuestos volumétricos de matriz polimérica reforzada con nanopartículas mediante polimerización in situ, mezcla directa y extrusión - inyección.
- Caracterizar la microestructura, la topología superficial y el comportamiento termomecánico de los materiales nanoestructurados obtenidos.
- Evaluar el desempeño multifuncional de los compuestos y nanocompuestos reforzados con nanopartículas.
- Difundir los resultados obtenidos a la comunidad académica, científica e industrial, a través de artículos y publicaciones científicas y técnicas, cursos y seminarios, entre otros.

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

El presente proyecto constituye un aporte significativo al Departamento de Materiales, puesto que pretende aprovechar materias primas y recursos nacionales así como el conocimiento y la experiencia adquirida en la síntesis de nanopartículas, la obtención de compuestos y la caracterización de materiales.

Si bien el uso de compuestos nanoestructurados multifuncionales ha tenido gran desarrollo en países como Brasil, Japón, Estados Unidos y Europa, en Ecuador son pocos los trabajos realizados en esta línea de investigación, a pesar del gran potencial que tiene el país para desarrollar materiales activos que puedan ser usados en estructuras inteligentes.

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 conocimiento científico y técnico en nanotecnología y ciencia e ingeniería de materiales. También contribuye a fortalecer 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 procesamiento de compuestos 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**

- Publicaciones científicas (obligatorio);
- Disertación a la Comunidad Politécnica;
- Proyecto de Titulación;
- Tesis de Grado (maestría o doctorado);
- Aplicación tecnológica construida o implementada;
- Patente presentada;
- 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 nanopartículas metálicas y cerámicas con parámetros definidos, evaluados y mejorados.
- b.** Procesos de incorporación de nanopartículas a matrices poliméricas con parámetros definidos, evaluados y mejorados.
- c.** Nanocompuestos multifuncionales desarrollados en Ecuador y que exhiben un desempeño adecuado para su uso en estructuras inteligentes.
- d.** Personal formado y capacitado en el área de síntesis, caracterización y evaluación de nanocompuestos multifuncionales.
- e.** Al menos un estudiante capacitado en la obtención, evaluación y uso de materiales multifuncionales.
- f.** Al menos un proyecto de titulación.
- g.** Al menos una tesis de grado (maestría)
- h.** Al menos dos conferencias presentadas sobre la base de los resultados obtenidos en el proyecto.
- i.** Al menos un artículo preparado y remitido a una revista científica para difundir los resultados del proyecto.
- j.** Equipamiento adicional para el Laboratorio de Nuevos Materiales (LANUM) de la EPN.



6	<b>Descripción, metodología y cronograma de trabajo</b>
<p><b>6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)</b></p> <p><b>Descripción del proyecto</b></p> <p>Los nanocompuestos son materiales que poseen características estructurales de tamaño nanométrico, ya sea en la matriz o en el refuerzo. Las propiedades y el desempeño de un nanocompuesto difieren sustancialmente de los componentes del material. En el caso de las matrices usadas en nanocompuestos, los polímeros son especialmente importantes porque permiten obtener materiales con relaciones resistencia/peso elevadas.</p> <p>Adicionalmente, los polímeros permiten absorber energías relativamente importantes durante su deformación, lo cual reduce las desventajas asociadas con la fragilidad de refuerzos tradicionales [14, 20]. En el caso de nanocompuestos poliméricos multifuncionales, los refuerzos son los encargados de impartir a estos materiales sus propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas y magnéticas. Actualmente existe gran interés en estudiar las relaciones entre las propiedades efectivas de un nanocompuesto y las propiedades de los constituyentes, su fracción volumétrica, la forma y distribución del refuerzo y la interacción matriz-refuerzo [3, 21, 32]. Estos estudios buscan desarrollar métodos para predecir y controlar las propiedades de nanocompuestos poliméricos. En este sentido, también se experimenta con diferentes condiciones de procesamiento, buscando optimizar las propiedades de diferentes sistemas poliméricos. Los métodos de procesamiento considerados típicamente incluyen spin y dip coating [31], polimerización in situ, métodos de solución y de látex, mezclado en fundido y extrusión [17]. Cuando la fabricación implica la obtención de películas, es fundamental estudiar los materiales usando técnicas tales como la microscopía de fuerza atómica (AFM, por sus siglas en inglés). La AFM permite entender las interacciones entre matrices, refuerzos y sustratos, lo cual es imprescindible al momento de explicar el comportamiento de los nanocompuestos y cuando se trata de predecir sus propiedades [7].</p> <p>Arcillas exfoliadas, nanotubos de carbono, partículas metálicas y de óxidos metálicos se incluyen entre los refuerzos que se pueden emplear. Polímeros convencionales, conductores, biodegradables, biopolímeros, entre otros, son los materiales que se pueden usar en calidad de matriz. Los nanocompuestos obtenidos con estos materiales pueden ser altamente competitivos en una amplia gama de servicios y productos para el mercado de partes industriales, médicas, de construcción, para la arquitectura y el empaquetado de alimentos [24].</p> <p>En este proyecto se obtendrán materiales compuestos nanoestructurados volumétricos y en forma de películas delgadas. Estos compuestos nanoestructurados serán obtenidos utilizando nanopartículas sintetizadas en el LANUM. Cabe destacar que, hasta donde se conoce, este proyecto es el primero en la Escuela Politécnica Nacional y en el país en el que se plantea obtener películas delgadas nanocompuestas. Los materiales obtenidos se caracterizarán desde el punto de vista microestructural, superficial, eléctrico y termomecánico. Aquellos que presenten características microestructurales, topológicas y propiedades mecánicas adecuadas y además exhiban un comportamiento activo relevante serán estudiados con miras a su uso como materiales multifuncionales en estructuras inteligentes y en aplicaciones de alto impacto potencial. Estas aplicaciones pueden incluir fotocatalisis, biomedicamentos, nanomateriales, celdas de combustible, supercondensadores, LEDs, baterías, etc. [20].</p> <p>Vale mencionar que la propuesta planteada está respaldada por la disponibilidad de talento humano, equipamiento básico y experiencia en el ámbito de la nanotecnología y la ciencia e ingeniería de materiales. Así, el director del proyecto tiene experiencia en la obtención y evaluación de compuestos y nanocompuestos así como en su caracterización mecánica y termomecánica. El LANUM cuenta con un equipo técnico con experiencia en el manejo de equipos e instrumentos requeridos en la ejecución del proyecto. Varios de estos equipos están disponibles en el mismo LANUM. Además, el Laboratorio mantiene lazos de cooperación y colaboración con investigadores nacionales y extranjeros que pueden contribuir en la caracterización de los materiales obtenidos. Se pondrá especial énfasis en la difusión y diseminación de resultados. Para ello se preparará al menos un artículo científico que será puesto en consideración de revistas internacionales. También se preparará material docente que será utilizado en cursos de pre y posgrado en la EPN.</p>	



Adicionalmente se realizarán al menos dos presentaciones en eventos científicos o académicos. Finalmente, cabe indicar que la sustentabilidad de la propuesta está asegurada en función del trabajo planificado en el LANUM. Este trabajo se enmarca en un área y una línea de investigación definidas y que cuentan con el respaldo de un grupo de trabajo constituido y con experiencia en las técnicas y procesos requeridos para ejecutar el proyecto propuesto.

#### Metodología y diseño de la investigación

La investigación planteada se ha dividido en cinco etapas:

1. Síntesis y obtención de nanopartículas
2. Incorporación de material nanoparticulado a matrices poliméricas
3. Caracterización física, morfológica, mecánica y termomecánica de los nanocompuestos
4. Caracterización topológica y electro-magnética mediante AFM
5. Identificación y evaluación multifuncional de nanocompuestos

Como primer paso se obtendrán partículas de plata [25], óxido de circonio, óxido de cinc y dióxido de titanio y se purificarán y modificarán arcillas ecuatorianas. Los métodos a utilizar para la síntesis de nanopartículas incluyen Pechini, precipitación controlada y el método del poliol [1, 10, 28]. También se considerará la molienda de alta energía como método mecánico de síntesis. Adicionalmente se adquirirán nanotubos de carbono. Estos materiales nanoparticulados y nanotubulares tienen alto potencial para ser usados en nanocompuestos multifuncionales [13]. Los materiales nanoparticulados sintetizados, obtenidos y adquiridos serán caracterizados en lo relacionado con su estructura, tamaño y morfología. Para ello se usarán técnicas como difracción de rayos X, dispersión de luz láser, microscopía electrónica de barrido y de transmisión.

En una segunda etapa se incorporará el material nanoparticulado a matrices poliméricas. Los polímeros considerados incluirán al menos dos resinas termoestables, dos polímeros termoplásticos, un material biodegradable y un polímero obtenido de fuentes naturales. Los procesos de incorporación del material nanoparticulado son extrusión e inyección, mezcla en fundido, polimerización in situ y técnicas de mezcla en solución [2, 22, 23, 33]. Las variables a considerar en esta etapa incluyen: el tipo de material nanoparticulado y sus características estructurales y funcionales, la cantidad de material a añadir, el tipo de matriz y el tipo de proceso incorporación. En esta etapa se evaluará la dispersabilidad del material nanoparticulado [30], la cantidad de material que se puede procesar y obtener y la versatilidad y el potencial de escalado de los procesos utilizados [4, 9].

Los nanocompuestos que se obtendrán incluyen materiales volumétricos y películas delgadas. Los materiales volumétricos se obtendrán mediante extrusión e inyección y colado en moldes [8]. Estos materiales serán caracterizados física, estructural y mecánicamente mediante ensayos de determinación de densidad, espectroscopía de infrarrojo, tracción, flexión, compresión, impacto y dureza [12, 26]. También se caracterizarán termomecánicamente mediante análisis de termogravimetría, calorimetría diferencial de barrido y análisis termomecánico.

Las películas delgadas se obtendrán mediante fisorción molecular de la solución sobre superficies. Para esto se utilizarán los métodos de dip coating y spin coating. El método de dip coating es muy efectivo para la deposición de polímeros y resulta en películas delgadas homogéneas y lisas. Este método ofrece la posibilidad de controlar el espesor de la película y la estructura interna de las capas. El método de spin coating representa una alternativa sencilla y rápida para depositar material sobre una superficie plana. Adicionalmente, este método requiere pequeñas cantidades de material [15].

Para la deposición de películas delgadas se utilizarán sustratos de varios materiales, tales como silicio, SiO<sub>x</sub>, ITO, etc. Las películas resultantes serán caracterizadas usando un AFM para determinar las propiedades topográficas, electrostáticas, el potencial de superficie (Kelvin probe) y magnéticas [11]. Las imágenes topográficas también serán utilizadas para obtener información adicional sobre la afinidad de los materiales poliméricos y nanocompuestos con el sustrato usado y entre ellos.

Finalmente se seleccionará un conjunto de los nanocompuestos que presenten la mejor combinación de propiedades físicas, mecánicas, ópticas, eléctricas y magnéticas. Estos materiales serán utilizados para obtener prototipos de materiales multifuncionales nanoestructurados [5, 18, 29].

En estos prototipos se evaluará la respuesta que exhiba el material activo a estímulos mecánicos, térmicos, químicos, luminosos o biológicos [6, 16].



Referencias bibliográficas:

- [1] C. Altavilla, C. Enrico, 2011, "Inorganic Nanoparticles: Synthesis, Applications, and Perspectives". Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
- [2] L. Borthakur, S. Shyamalima, 2011, "Studies on Ag/polypyrrole composite deposited on the surface of styrenemethyl acrylate copolymer microparticles and their electrical and electrochemical properties", Journal of Materials Science: Materials in Electronics. Volume 22, Issue 8, pp 949-958
- [3] S. Chaturvedi, D. Pragnesh, 2013, "Design process for nanomateriales", Journal of Materials Science Volume 44, Issue 10, pp 949-958 3605-3622
- [4] Z. Cui, 2008, "Nanofabrication: Principles, Capabilities and Limits", New York, Estados Unidos: Springer.
- [5] E. Fortunati, L. Latterini, S. Rinaldi, J.M. Kenny, I. Armentano, 2011, "PLGA/Ag nanocomposites: in vitro degradation study and silver ion release", Journal of Materials Science Volume 22, Issue 12, pp 2735-2744.
- [6] A. Hagh (ed), 2012, "Research Progress in Nano and Intelligent Materials". Toronto, Canadá: Apple Academic Press.
- [7] G. Haugstad, 2012, "Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications". Hoboken, Estados Unidos: Wiley.
- [8] T. Hinklin, K. Lu, 2009, "Processing of Nanoparticle Structures and Composites", Hoboken, Estados Unidos: Wiley.
- [9] Z. Hörvölgyi, E. Kiss, 2008, "Colloids for Nano- and Biotechnology", New York, Estados Unidos: Springer.
- [10] J. Jolivet, M. Henry, J. Livage, 2000, "Metal Oxide Chemistry Synthesis", New York, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- [11] S. Kalinin, A. Gruverman, 2010, "Scanning Probe Microscopy of Functional Materials", New York, Estados Unidos: Springer.
- [12] Y. C. Ke, P. Stroeve, 2005, "Polymer-Layered Silicate and Silica Nanocomposites". Amsterdam, Holanda: Elsevier.
- [13] T. Kijima (ed), 2010, "Inorganic and Metallic Nanotubular Materials: Recent Technologies and Applications". Heidelberg, Alemania: Springer.
- [14] J. Koo, 2006, "Polymer Nanocomposites: Processing, Characterization, and Applications", New York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- [15] C. Kumar, 2010, "Nanostructured Thin Films and Surfaces". Hoboken, Estados Unidos: Wiley.
- [16] J. Lagaron (ed), 2011, "Multifunctional and nanoreinforced polymers for food packaging". Cambridge, Reino Unido: Woodhead Publishing.
- [17] J. Leng, A. Lau (ed), 2011, "Multifunctional Polymer Nanocomposites", Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
- [18] T. Lim, (ed), "Nanosensors: Theory and Applications in Industry, Healthcare and Defense", Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
- [19] R. Liu (ed), 2013, "Controlled Nanofabrication: Advances and Applications", Boca Raton, Estados Unidos: Pan Stanford Publishing.
- [20] Y. Mai, Z. Yu, 2006, "Polymer nanocomposites", Boca Raton, Estados Unidos: Woodhead Publishing.
- [21] V. Mittal (ed.), 2011, "Advances in Polyolefin Nanocomposites", Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
- [22] M. Najjar, M. Kowsar, 2013, "Synthesis, characterization, electrical and thermal properties of nanocomposite of polythiophene with nanophotoadduct: a potent composite for electronic use", Journal of Materials Science Volume 24, Issue 11, pp. 4332-4339.
- [23] M. Niederberger, N. Pinna, 2010, "Metal Oxide Nanoparticles in Organic Solvents", Londres, Reino Unido: Springer.
- [24] OECD. 2010, "The Impacts of Nanotechnology on Companies: Policy Insights from Case Studies". París, Francia: OECD Publishing.
- [25] D. Pozo (ed.), 2010, "Silver Nanoparticles". Vukovar, Croatia: In - Tech.
- [26] R. Rotheron (ed), 2003, "Particulate-Filled Polymer Composites", Rapra Technology Limited.
- [27] G. Schmid, (ed.), 2010, "Nanoparticles: From Theory to Application", Morlenbach, Alemania: Wiley-VCH.
- [28] X. Shen, J. Jia, C. Chen, Y. Li, y J. Kim, 2014, "Enhancement of mechanical properties of natural fiber composites via carbon nanotube addition", Journal of Materials Science Volume 49, Issue 8, pp. 3225-3233.
- [29] A. Spasic, J. Hsu, 2006, "Finely Dispersed Particles: Micro-, Nano-, and Atto-Engineering", Boca Raton, Estados Unidos: Taylor & Francis.
- [30] O. Tsui, T. Russell, 2008, "Polymer Thin Films", New Jersey, Estados Unidos: World Scientific.
- [31] T. Vilgis, G. Heinrich, M. Kluppel, 2009, "Reinforcement of Polymer Nano-Composites", Cambridge: Reino Unido, Cambridge University Press.
- [32] S. Zhang, N. Ali, 2007, "Nanocomposite Thin Films and Coatings", Londres, Reino Unido: Imperial College Press, 2007.



**6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)**

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Revisión bibliográfica	2	3	4	0	0	0	9
Obtención de material nanoparticulado	1	2	4	4	0	0	11
Caracterización de material nanoparticulado	0	2	3	4	0	0	9
Incorporación de material nanoparticulado a matrices poliméricas	0	2	3	4	5	0	14
Caracterización de nanocompuestos	0	2	3	4	5	0	14
Selección de nanocompuestos con mayor potencial para aplicaciones que demandan materiales multifuncionales	0	0	0	4	4	0	8
Elaboración de prototipos de materiales multifuncionales	0	0	0	5	5	0	10
Evaluación de nanocompuestos multifuncionales	0	0	0	3	4	5	12
Preparación de presentación, material didáctico y artículos	0	0	0	3	5	5	13
<b>TOTAL</b>							100

**7 Fechas de inicio y fin**

*Fecha de inicio: 01 de febrero de 2016*  
*Fecha de finalización: 31 de enero de 2017*





## 8 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 8.1 Infraestructura y equipos

*El proyecto será ejecutado fundamentalmente en el Laboratorio de Nuevos Materiales del Departamento de Materiales. El equipamiento del que se dispone en el LANUM para ejecutar este proyecto incluye líneas de procesamiento y de caracterización. Así, en lo relacionado con procesamiento se cuenta con una estufa industrial para secar material lignocelulósico, una prensa calefactora para moldeo por compresión, una prensa hidráulica manual para moldeo y consolidación, una extrusora de doble husillo cónico contrarrotante para procesar compuestos de matriz termoplástica y madera plástica, una extrusora de doble husillo para procesar nanocompuestos y compuestos termoplásticos, una inyectora de 56 ton de fuerza de cierre para obtener probetas y productos de uso y consumo. Para procesar termoestables se cuenta con equipo para moldeo por estratificación, aspersión, transferencia y un aspersor de gel. Existe también una línea de molinos que comprende un molino de cuchillas para procesar material lignocelulósico, un molino ultrasónico, un molino planetario de bolas y un molino de atricción para trabajar con material particulado y nanoparticulado. Para la síntesis de materiales también se posee una centrífuga, un dosificador electrónico, un horno, un sonicador, balanzas digitales y analíticas. Para preparación de películas delgadas se posee equipos de dip y spin coating, construidos localmente y que constituyen los primeros equipos de su tipo en el país. En lo que respecta a caracterización mecánica se cuenta con una máquina universal de ensayos mecánicos de 5 000 lbf de capacidad, un equipo de ensayos de impacto de péndulo y uno de caída de dardo, durómetro Shore. Para la caracterización física, termo-mecánica y química se cuenta con un microscopio electrónico de barrido con resolución de 30 nm, un espectroscopio y microscopio de infrarrojo, un calorímetro diferencial de barrido, un equipo para análisis termogravimétrico, un analizador termo-mecánico, un medidor de índice de fluidez, un medidor de humedad, un equipo de caracterización de tamaño de partículas mediante dispersión de luz láser. Además se cuenta con un medidor de impedancias, un nanomultímetro, multímetros digitales y termocuplas, herramientas y equipos menores varios para preparación de muestras. El Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, en Santiago de Chile cuenta con un microscopio fuerza atómica (AFM) de modelo Ntegra de la marca NT-MDT. Este AFM cuenta con los modos de topografía, electrostático (EFM), Kelvin probe (KPFM), magnético (MFM), fricción (LFM), modulación de fuerza (FMM) y microscopía de efecto túnel (STM). El LANUM ya ha establecido contacto con el Departamento de Química de la Universidad de Chile, que ha mostrado interés y disposición para trabajar en la presente propuesta.*

### 8.2 Breve justificación del equipo requerido

*La síntesis de nanopartículas y la incorporación de material nanoparticulado a matrices poliméricas demanda, entre otros procesos, la agitación. Por ello se requiere adquirir un agitador magnético y una plancha de calentamiento. Es necesario mencionar también que, dado que el LANUM cuenta con un conjunto de equipos e instrumentos requeridos para ejecutar el proyecto propuesto, no se han incluido equipos adicionales pero se ha incluido en el proyecto un presupuesto significativo para la adquisición de materiales e insumos de laboratorio.*

### 8.3 Fondos Adicionales

- *No existen fondos de otros organismos.*





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 <i>Ayudantes de Investigación</i>		
<b>Subtotal</b>	3000	20
2. Maquinaria y Equipos		
<b>Subtotal</b>	3000	20
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
<b>Subtotal</b>	3000	20
4. Literatura especializada		
<b>Subtotal</b>	1000	7
5. Viajes técnicos y de muestreo		
<b>Subtotal</b>	1500	10
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		
<b>Subtotal</b>	2000	13
9. Gastos menores		
<b>Subtotal</b>	1500	10
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>15.000,00 + IVA</b>	<b>100</b>