



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (Internos, Semilla, Inter y Multidisciplinarios, Externos)**

**Tipo de Proyecto:** Semilla **Código Proyecto:** PIS-15-11

**Área del Proyecto :** Investigación Aplicada

Línea de Investigación	Departamento
ASTROFÍSICA	DEPARTAMENTO DE FISICA

### 1 Proyecto de Investigación

**Título :**

Análisis de datos en astrofísica de alta energía y desarrollo de sistemas de adquisición de datos para detectores de astropartículas

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

América Latina cuenta con los observatorios más grandes del mundo tanto para la observación en el visible como en altas energías. Sin embargo, la participación activa de estudiantes y científicos de nuestra región es limitada principalmente por la falta de entrenamiento en estas áreas del conocimiento. Este proyecto busca fortalecer el desarrollo de la astrofísica de altas energías en nuestra institución e impulsar la participación de la EPN en estas colaboraciones de trascendencia mundial. Luego de construir exitosamente el telescopio de muones financiado a través del proyecto semilla PIS-14-06 (1), el siguiente paso es diseñar y construir un sistema de adquisición de datos adaptado a la realidad de nuestro país. Esta necesidad nace por la falta de tecnología local para mantener y reparar este tipo de detectores. Este proyecto pretende diseñar un detector de astropartículas autónomo, con un sistema de adquisición de datos desarrollado con elementos disponibles en el mercado local. Para complementar este desarrollo sin dejar los avances de la comunidad científica mundial, se propone continuar con el análisis de datos de bases de datos astronómicos de libre acceso de otros detectores de astrofísica de alta energía y así validar por comparación los datos obtenidos por nuestros detectores.

**Palabras Clave(4-6) :**

astropartículas, astrofísica de altas energías, sistemas de adquisición de datos

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

**Objetivos (General y Específico):**

El objetivo general del proyecto es formar un grupo interdisciplinario en el área de la astrofísica de alta energía y la física de astropartículas en la EPN. Desarrollar un sistema de adquisición de datos para detectores de astropartículas de alta energía con elementos disponibles en el mercado local. Desarrollar un detector WCD autónomo para funcionar y recolectar flujos de astropartículas cargadas a altitudes superiores a los 3000 metros. Analizar y procesar observaciones astrofísicas de alta energía de bases de datos de libre acceso para validar los datos obtenidos por los detectores ubicados en la EPN y el resto del país.

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

El Ecuador posee una ventaja geográfica para la detección de astropartículas al estar sobre la línea equinoccial y con altitudes superiores a las 3000 metros sobre el nivel del mar de fácil accesibilidad. El flujo de partículas aumenta con la altitud reduciendo así el área efectiva del detector [2]. Además de las ventajas geográficas que posee nuestro país, la investigación en astrofísica de altas energías es parte de la línea de investigación en astrofísica del departamento de física de la EPN. De igual manera a nivel regional y siendo el Ecuador parte del Nodo Andino de Astronomía, el área de las astropartículas forma de los temas a desarrollarse con prioridad [4,10]. En resumen, el desarrollo de instrumentación y observación tanto de astropartículas y fuentes transientes de alta energía no sólo se encuentran alineadas con la línea de investigación de departamento de física sino también se alinean con los lineamientos regionales, cumpliendo así los objetivos del plan nacional del buen vivir. Desde el 2012, se han realizado 2 proyectos de titulación y 1 tesis de maestría en física en el área de la astrofísica de altas energías [5,6]. Para fortalecer el interés en el desarrollo tanto en instrumentación como análisis de datos, el proyecto propuesto es pertinente, promoviendo el trabajo interdisciplinario dentro de la institución. Actualmente, un detector de muones se encuentra recolectando datos y los primeros resultados serán presentados en International Cosmics Ray Conferences y 29 Asamblea General e la IAU[1,7]. A nivel mundial, los observatorio de alta energía se encuentran en latitudes sobre los 20 grados norte y sur. La detección y monitoreo de estas partículas en cercanías de la latitud cero es casi nula y los datos en esta latitud proporcionarán datos importantes sobre el campo magnético terrestre en su región de mayor intensidad. El detector de muones es sensible tanto a radiación de partículas cargadas de alta energía de origen solar y de otras fuentes astrofísicas transientes de alta energía, permitiendo así el desarrollo de física solar, astropartículas, Gamma Ray Bursts y demás fuentes de alta energía. Para avanzar en el estudio de las astropartículas y astrofísica de alta energía es la validación de los datos obtenidos. Por este motivo, el proyecto busca fortalecer el análisis de datos de libre acceso existentes en las diferentes colaboraciones internacionales (Fermi, Swift, Pierre Auger, SOHO, etc). De igual manera, es necesario continuar con las simulaciones tanto en Corsika y GEANT4 para obtener matrices de respuesta de nuestros detectores[9]. Otro aspecto relevante del proyecto es el desarrollo de un sistema de adquisición de datos adaptado a las necesidades y realidad de nuestro país. El desarrollo de procesadores de información de bajo costo como son las tarjetas Raspberrys, ha sido ya reportado en la literatura [8]. Este tipo de elementos se encuentran disponibles en el mercado local y su bajo costo permite su utilización para diferentes aplicaciones en las física de astropartículas y de alta energía.

**Hipótesis:**

**Productos Esperados:**

Publicaciones científicas

Disertación a la Comunidad Politécnica

Proyecto de Titulación

Tesis de Grado

Aplicación tecnológica construida o implementada

Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación

**Detalle de los resultados esperados**

Uno de los primeros resultados de este proyecto será el trabajo multidisciplinario entre del departamento de física con el resto de facultades y dependencias de la EPN. Se considera de mucha importancia incentivar el trabajo en equipo dentro de EPN y se considera que el desarrollo de las relaciones laborales e interpersonales entre los miembros de la institución debe ser incentivado.

Sin descuidar la componente científica del proyecto, los resultados se verán

reflejados en proyectos de titulación y tesis de maestría en física que finalmente generaran artículos científicos para ser presentados a la comunidad científica nacional y mundial.

Además de desarrollar un sistema de adquisición de datos de bajo costo adaptado a las necesidades y realidad nacional, el proyecto planteado formará profesionales altamente calificados en astrofísica e instrumentación en astrofísica de altas energías. La formación de profesionales con cierta especialización en astrofísica pretende satisfacer la necesidad de personal calificado de institutos de investigación del país, como lo es el Instituto Espacial Ecuatoriano.

Finalmente, este proyecto fortalecerá la imagen de la EPN y del país en la comunidad científica mundial en astropartículas y astrofísica de alta energía.

### 3 Descripción y metodología.

#### Descripción, metodología y diseño del proyecto

Una de las políticas de los observatorios a nivel mundial es la gratuidad de los datos. Las observaciones tanto de telescopios terrestres como satelitales son puestas a disposición de la comunidad científica luego de un tiempo finito y sin ninguna condición de costo. La única obligación que se impone para el uso de esta información es su análisis y procesamiento para luego ser presentado a la comunidad científica internacional, cumpliendo uno de los objetivos principales de la ciencia que es su divulgación. En este contexto, el proyecto tiene dos componentes principales. El análisis de datos de otros observatorios y el desarrollo de un sistema de adquisición de datos para los detectores de astropartículas existentes en la EPN y el resto del país.

Para la validación de los datos obtenidos por los detectores locales [1], la comparación cruzada con otros eventos y datos astronómicos es necesaria. La sensibilidad de los detectores de la EPN [1,7] es compatible con la detección de fuentes transientes de alta energía y eventos solares. Existen diversos catálogos tal como el Tercer catálogo de Fermi [11], que ponen a disposición la información de fuentes tanto transientes y de otros orígenes que permitirán la validación de los datos adquiridos desde la EPN. Se propone analizar los datos de Fermi y Soho para buscar coincidencia de eventos de origen solar, fuentes galácticas o extragalácticas. Para este propósito, se contratará un asistente de investigación dedicado a analizar datos de Fermi y Soho además de procesar los datos obtenidos por nuestros detectores. De igual manera, es necesario seguir con las simulaciones tanto en Corsika y GEANT 4 para determinar la matriz de respuesta de los detectores [1, 10].

Al estar ubicados en una posición geográfica privilegiada para la detección de astropartículas [2,3,4, 10] y haber finalizado exitosamente la instalación de un detector de astropartículas en la EPN [1,7]. El siguiente paso es la automatización del detector y el desarrollo de un sistema de adquisición de datos propio. Se debe tomar en cuenta las limitaciones tanto tecnológicas como económicas de nuestro país y por eso se eligió desarrollar el sistema de detección usando tarjetas raspberrys y módulos con diversos tipos de sensores. Las tarjetas raspberrys ha sido ya probadas para el desarrollo de instrumentación en astronomía [8,9] y se encuentran disponibles en el mercado local. Para esta parte del proyecto se busca desarrollar el sistema de adquisición de datos en base a tarjetas raspberrys y sus módulos, en colaboración con ingenieros de la EPN y la asesoría de profesores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) dando uso al convenio de colaboración entre la BUAP-EPN en proceso de legalización.

#### Referencias

1. S.Vargas, C. Mantilla, D. Cazar, N. Vásquez & O. Martínez, LAGO Ecuador, implementing a set of WCD for space weather research: first results and further developments, 34th International Cosmic Ray Conferences, Netherlands, August 2015 (aceptado)

2. Silvia Vernetto, Detection of gamma-ray bursts in the 1 GeV-1 TeV energy range by ground-based experiments, *Astroparticle Physics*, Volume 13, Issue 1, p. 75-86, 2000

3. Robert J. Lauer et al, GAMMA-RAY ASTRONOMY WITH THE HAWC OBSERVATORY,

*Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser.* **28**, 1460185, 2014 DOI: 10.1142/S2010194514601859

4. Nodo andino de Astronomía, <http://andeanroad.github.io/WorkshopAstronomiaAndes2>

5. Vásquez & J. Quirola, Time and spectral study of the internal structure of long Gamma Ray Bursts with  $z$  close to 1, IAU Division D: High Energy Phenomena and Fundamental Physics, Agosto 7 & 10, 2015 (Aceptado) 6.N. Vásquez, A. Baquero, D.

Andrade, Alternative temporal classification of long Gamma Ray Bursts, FM 10: Stellar explosions in an ever-changing environment, Agosto 11-13, 2015 (Aceptado)

7. M. Calderón, N. Vásquez, O. Martínez, E.Carrera, D. Cazar, M. Audelo, C. Mantilla, Design, transport, and installation of autonomous Cherenkov detectors at high altitude FM 20: Astronomy for Development, Agosto 13-14, 2015 (Aceptado)

8. A.G. Sreejith et.al., A Raspberry Pi-Based Attitude Sensor, *Journal of Astronomical Instrumentation*, Volume 3, Issue 2, id. 1440006, 2014

9. M. Longo & M. Mostafa, An engineering array for the High Altitude Water Cherenkov (HAWC) Gamma-Ray Observatory, American Physical Society, APS April Meeting 2012

10.LAGO Collaboration, Use of water-Cherenkov detectors to detect Gamma Ray Bursts at LAGO, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A*, Volume 595, Issue 1, p. 70-72, 2008.

11. F. Acero et. al., Fermi Large Area Telescope Third Source Catalog, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 218, Issue 2, article id. 23, pp., 2015

#### 4 Fechas de Inicio y Fin

**Fecha Inicio:**

**Fecha Fin:**

#### 5 Infraestructura, equipamiento y fondos adicionales.

##### Infraestructura y equipos

##### Breve justificación del equipo requerido

El proyecto se desarrollará en el espacio asignado en el 4to piso del edificio de Ingeniería Civil del Campus Rubén Orellana de la EPN. En este espacio funciona el detector de partículas resultado del proyecto semilla PIS-14-06 y será lugar de desarrollo del proyecto CEDIA: "Creación de la red ecuatoriana de investigación en astropartículas, rayos cósmicos y clima espacial" Además a través de la colaboración LAGO y el programa prometeo, se dispone de 2 fototubos de 5 pulgadas, 2 fuentes de alto voltaje, 2 digitalizadoras, 2 tarjetas NEXYS, un tanque de 100 litros, una computadora para almacenamiento de datos, cables coaxiales y conectores de bajo ruido.

Para las diferentes pruebas del sistema de adquisición de datos se necesita una computadora tanto para visualizar la interfaz de las tarjetas raspberrys y el almacenamiento de los datos.

Para el análisis de datos tanto locales como de otros observatorios, es necesario una computadora con los paquetes computacionales específicos para este propósito.

##### Fondos Adicionales

Posible financiamiento de la Oficina de Astronomía para el desarrollo de la IAU.

**6 Cronograma de Trabajo anual.**

**Año 1**

ACTIVIDAD	Porcentaje de avance por mes						Total
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Instalación de software, revisión bibliográfica Compra de materiales Adquisición y procesamiento de datos	85	0	0	0	0	0	85.0
Análisis de datos Desarrollo del sistema de adquisición de datos	0	85	0	0	0	0	85.0
Redacción de resultados parciales (análisis de datos) Desarrollo del sistema de adquisición de datos Simulaciones Redacción de artículos científicos	0	0	86	0	0	0	86.0
Desarrollo del sistema de adquisición de datos Pruebas dentro del laboratorio Análisis de datos	0	0	0	85	0	0	85.0
Desarrollo del sistema de adquisición de datos Pruebas exteriores Análisis y procesamiento de datos	0	0	0	0	85	0	85.0
Redacción de informes Redacción de artículos científicos Análisis cruzado de datos	0	0	0	0	0	86	86.0
					<b>Total</b>	<b>512.0</b>	

**Año 2**

ACTIVIDAD	Porcentaje de avance por mes						Total
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
No hay actividades registrados							
					<b>Total</b>	<b>0.0</b>	

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

- 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

**Año 1**

Lista de Items	Cantidad Solicitada (US \$)	Porcentaje Eje.
1.- Contratación de pasantes	3000.00	0.00
2.- Equipos	3360.00	0.00
4.- Literatura Especializada	1000.00	0.00
6.- Presentación de ponencia en congresos internacionales	5600.00	0.00
9.- Gastos menores	1120.00	0.00
<b>Total: 14080.00..... %Total Ejecutado: 0.00</b>		

**Año 2**

Lista de Items	Cantidad Solicitada (US \$)	Porcentaje Eje.
No hay presupuesto registrado		
<b>Total: 0.00..... %Total Ejecutado: 0.00</b>		

El valor total del proyecto es :14080.00

**8 Datos del director del proyecto y sus colaboradores**

<b>Rol Proyecto</b>	<b>Nombre</b>	<b>Apellido</b>	<b>Nº Horas Semestrales</b>	<b>E-mail</b>
Colaborador	LUIS GILMOUR	ANDRADE ACOSTA	8	lucho_gilmour1987@yahoo.com
Director	NICOLAS ALEJANDRO	VASQUEZ PAZMIÑO	16	nicolas.vasquez@epn.edu.ec



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

**PRESUPUESTO PROYECTO SEMILLA 2015**

**PIS-15-11**

Lista de ítems	Cantidad solicitada (USD \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	3000	21.3
2. Maquinaria y Equipos	3360	23.9
3. Reactivos y materiales de laboratorio	0	0
4. Literatura especializada	1000	7.1
5. Viajes técnicos y de muestreo	1120	8.0
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	5600	39.8
<b>TOTAL</b>	<b>14080</b>	<b>100</b>

**Firma del Director del Proyecto**

Quito, 12 de Octubre del 2015 Nombre: NICOLAS VÁSQUEZ PAZMIÑO C.I.:	 <b>Firma del Director</b>
---	---



Quito a.

08 ENE 2016

HORA  
8:45

*Carlos Oscedin*