

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN GRUPAL PIGR-19-09

“Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos”

En la ciudad de Quito D.M., a los quince día del mes de febrero del año dos mil veintitrés, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Grupal **PIGR-19-09 “Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos”**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Roque Antonio Santos Torres** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 17 de septiembre de 2019, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación - CIIV, mediante Resolución RCIPS-124-2019, se aprueba el cronograma de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación, Vinculación y Transferencia Tecnológica del 2019. El 15 de octubre de 2019, mediante Resolución RCIPS-153-2019, se aprueba la modificación al cronograma.
- b) El 3 de marzo de 2020, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, mediante Resolución RCIIV-028-2020, se aprobó el *“Informe Final de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2019”*, donde se muestran los resultados y los proyectos aprobados de la Convocatoria 2019. Entre los proyectos aprobados se encuentra el Proyecto de Investigación Grupal denominado *“Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos”*, presentado por el Dr. Roque Santos.
- c) Mediante Memorando EPN-VIIV-2020-0296-M del 6 de marzo del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a la Jefatura del Departamento de Ciencias Nucleares (DCN), la aprobación del Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09 *“Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos”*, dirigido por el Dr. Roque Santos.
- d) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0324-M del 11 de marzo de 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica al Dr. Roque Santos que se ha aprobado la propuesta de Proyecto de Investigación Grupal *“Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos”*, y que se ha asignado el código PIGR-19-09 al proyecto.
- e) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0555-M del 15 de abril del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a los directores de los Proyectos de Investigación Grupales de la Convocatoria 2019, que la fecha de inicio es el 4 de mayo de 2020 y la fecha de finalización el 3 de mayo de 2022.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PIGR-19-09
Nombre del Proyecto	Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos
Director del Proyecto	ROQUE ANTONIO SANTOS TORRES
Codirector del Proyecto	VICTOR HUGO HIDALGO DIAZ
Colaboradores del Proyecto	MARCELO FERNANDO SALVADOR QUIÑONES GLORIA MARIBEL LUNA AGUILERA
Unidad Ejecutora	Departamento de Ciencias Nucleares (DCN)
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Modelización, simulación y opt de procesos de física térmica • Tecnología del petróleo y gas natural • Aplicaciones de radioisótopos y aceleradores de electrones
Objetivo	Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio: 4 de mayo del 2020 • Fin planeado: 3 de mayo de 2022 • Duración total: 24 meses
Entrega del Informe Final	3 de agosto de 2022
Presupuesto asignado	\$ 49.457,91 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 34.212,18 USD

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIGR-19-09-2022-0008-M del 3 de agosto de 2022, el Dr. Roque Santos, Director del Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09, presenta el Informe Final del Proyecto Grupal que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, que emite observaciones mediante Memorando EPN-DI-2022-1226-M del 6 de octubre de 2022.

Mediante Memorando EPN-PIGR-19-09-2023-0001-M del 20 de enero de 2023, el Dr. Roque Santos presenta la documentación pendiente para el cierre del Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09. El Informe Final del Proyecto PIGR-19-09 se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Se desarrolló una nueva metodología para reconstrucción de las posiciones de una partícula radioactiva en agua, y esta metodología emplea espectros de trayectorias. Los espectros de trayectoria son curvas que relacionan la tasa de conteo con la posición de la partícula radioactiva.
- Se generaron algoritmos para la predicción de la partícula radioactiva basados en inteligencia artificial. Los algoritmos desarrollados fueron basados en K-Nearest neighbors y redes neuronales artificiales.
- Se desarrolló una aplicación en GEANT4 que emula un sistema de rastreo de partículas radioactivas. Esta aplicación permitió la generación de datos para la calibración de los sistemas.

- Se generó un modelo CFD para el lazo de flujo experimental desarrollado; sin embargo, el modelo no fue capaz de reproducir un movimiento de flujo bajo las condiciones experimentales. Futuros trabajos deben refinar esta simulación, para lograr una descripción adecuada.

PRODUCTOS:

- **Artículo enviado para revisión:** *"SAS GEANT4 Application and Machine Learning Algorithms for Radioactive Particle Tracking"*; S. Sarasti Zambonino, Roque Santos; Radiation Physics and Chemistry (Indexado SCOPUS; Q2); ISSN: 0969806X; enero 2023.
- **Artículo publicado:** *"Simulation of a HPGe Detector with GEANT4"*; Sarasti Zambonino Sebastián, Barahona Tania, Roque Santos; Revista Politécnica (Indexado SCOPUS); ISSN: 13900129; DOI: 10.33333/rp.vol50n2.01; noviembre 2022.
- **Presentación en congreso con revisión por pares:** *"Development Of A Radioactive Particle Tracking Method For A Moving Radioactive Source With One Scintillator Detector"*; Roque Santos, Verónica Bedón; Nuclear Energy for New Europe (NENE) 2022; Portorož, Eslovenia; septiembre 2022.
- **Presentación en conferencia con revisión por pares:** *"Simulation of a NaI(Tl) scintillation detector with GEANT4"*; Roque Santos, Sebastián Sarasti; Mechanical Engineering Trends (MET); Quito, Ecuador; marzo 2021.
- **Presentación en conferencia con revisión por pares:** *"Development of a radioactive particle tracking method for linear motion of a radioactive point source"*; Roque Santos, Verónica Bedón; Mechanical Engineering Trends (MET); Quito, Ecuador; marzo 2021.
- **Póster en conferencia con revisión por pares:** *"GEANT4 Simulation to Make Low-Cost Radioactive Particle Tracking Systems"*; Sebastián Alejandro Sarasti Zambonino; Joint ICTP-IAEA Advanced School/Workshop on Computational Nuclear Science and Engineering; Trieste, Italia; mayo 2022.
- **Proyecto de titulación de Ingeniería Química:** *"Desarrollo de un método de rastreo de un trazador radiactivo a dos niveles de velocidad con un detector de yoduro de sodio"*; Bedón Galarza Verónica Dennise; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=100100%20thumbnail-shelfbrowser>; febrero 2022.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09 fue de \$ 49.457,91 USD (cuarentainueve mil cuatrocientos cincuenta y siete dólares americanos, con 91/100), y se ejecutaron \$34.212,18 USD (treinta y cuatro mil doscientos doce dólares americanos, con 18/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Grupal PIGR-19-09 "Desarrollo de un sistema de detección de una partícula radioactiva para el estudio del flujo de agua en conductos opacos".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los quince días del mes de febrero del año dos mil veintitrés.

Dra. Alexandra Alvarado
**Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación**

Dr. Roque Santos
**Director del Proyecto
PIGR-19-09**

sp/cc