



PROYECTO INTERNO PII-DETRI-03-2016

"Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zonas con mejores características meteorológicas para la generación artificial de nubes (Caso de estudio Zona Norte del Distrito Metropolitano de Quito)"

En la ciudad de Quito D.M., a los cinco días del mes de febrero del año dos mil dieciocho, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Interno **PII-DETRI-03-2016 "Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zonas con mejores características meteorológicas para la generación artificial de nubes (Caso de estudio Zona Norte del Distrito Metropolitano de Quito)"**, por una parte el **Dr. Alberto Celi Apolo** en calidad de **Vicerrector de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **M.Sc. Ricardo Xavier Llugsí Cañar** en calidad de **Director del Proyecto Interno**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DETRI-2016-0846-M entregado el 4 de agosto del 2016, el Jefe Subrogante de Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI), solicita al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social (VIPS) el registro del Proyecto Interno "Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zona con mejores características meteorológicas para la generación artificial de nubes (caso de estudio zona norte del Distrito Metropolitano de Quito)", cuyo Director es el M.Sc. Ricardo Xavier Llugsí Cañar.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-DIPS-2016-0750-M del 18 de octubre del 2016, la Dirección de Investigación y Proyección Social (DIPS) notifica al Jefe del DETRI que el proyecto de Investigación Interno del M.Sc. Ricardo Llugsí ha sido registrado con el código PII-DETRI-03-2016.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	<i>PII-DETRI-03-2016</i>
Nombre del Proyecto	<i>Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zonas con mejores características meteorológicas para la generación artificial de nubes (Caso de estudio Zona Norte del Distrito Metropolitano de Quito)</i>
Director del Proyecto	<i>M.Sc. Ricardo Xavier Llugsí Cañar</i>
Departamento	<i>Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI)</i>
Línea de Investigación	<i>Software de comunicación de datos</i>
Objetivo	<i>Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zonas con mejores características meteorológicas para la generación</i>



	<i>artificial de nubes (Caso de estudio zona norte del Distrito Metropolitano de Quito)</i>
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Inicio: 10 de octubre del 2016.• Fin: 9 de octubre del 2017.• Duración total: 12 meses.
Entrega del Informe Final	29 de noviembre del 2017, (1 mes, días)
Presupuesto asignado	\$00,00 USD

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DETRI-2017-1343-M entregado el 29 de noviembre del 2017, el Director del Proyecto, M.Sc. Ricardo Llugsi, presenta el Informe Final del proyecto Interno PII-DETRI-03-2016. El VIPS de la Escuela Politécnica Nacional procedió a la revisión del informe final presentado, y emitió un informe de observaciones, el cual fue notificado mediante Memorando Nro. EPN-VIPS-2018-0057-M.

El Director del proyecto presenta el Informe Final con los cambios sugeridos mediante Memorando Nro. EPN-DETRI-2018-0046-M entregado el 11 de enero del 2018, mismo que es revisado por el VIPS y que se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones, recomendaciones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Se implementó un sistema de adquisición de datos que se montó en un dron DJI Phantom 3 Standard que junto con una tarjeta Raspberry Pi, sensores BMP180 (presión barométrica, temperatura y altitud), DHT22 (humedad y temperatura de precisión), y dispositivos GPS [9], permitieron la adquisición de los parámetros meteorológicos mencionados anteriormente durante el sobrevuelo en la zona de estudio (Volcán Puolulahu).
- La información almacenada en los archivos de texto permite conocer el comportamiento de los parámetros meteorológicos (presión, humedad y temperatura) a medida que se alejan de la superficie. La temperatura y presión disminuyen con la altitud en $-1^{\circ}\text{C}/20\text{m}$ y $-2\text{hPa}/25\text{m}$ respectivamente, mientras que la humedad aumenta en función del mismo parámetro en $4\%/25\text{m}$.
- La georreferenciación de la información se realizó gracias al uso de dispositivo GY-GPS6MV2, que es un receptor de GPS que presenta un chip NEO-6M incorporado en una placa electrónica junto con una pila, circuitos de regulación y LEDs intermitentes que se activan cuando el dispositivo logra la comunicación y recibe la señal GPS. Al momento que se adquieren los datos la información será relacionada con la latitud, longitud y altura adquiridas en ese instante por el receptor GPS.
- Se realizó la transmisión de información entre las dos etapas del sistema (aire - tierra) mediante el uso de tarjetas XBee Pro. La tasa de bits para la comunicación XBee Pro es de 115200 baudios, esta velocidad es la recomendada por los fabricantes para no tener problemas de comunicación, y se comprobó que no existieron errores de sincronismo o pérdida de información.



- e) Se implementó el sistema de gestión de base de datos con la herramienta Oracle Database, y la información almacenada en la base de datos se organizó como un vector horizontal de la siguiente forma:

"Fecha, hora, minuto, longitud, latitud, altura, temperatura, humedad, presión"

- f) La información almacenada en la base de datos se procesó en Matlab® para la generación de isomapas. El algoritmo desarrollado para construir los isomapas utiliza como base de procesamiento la distancia euclidiana entre los datos adquiridos, considerando N vecindarios y la generación de una matriz $D = [d(i, j)]$, con lo que se obtienen los vectores que crean los isomapas.
- g) Se generó el algoritmo para localización de zonas de mayor predisposición para la formación de núcleos de condensación considerando el máximo valor de humedad relativa almacenada en la base de datos. Este valor se obtuvo comparando sucesivamente los valores de humedad hasta encontrar el punto o los puntos con mayor valor, es decir los puntos en donde se tienen las mejores características o se tiene mayor probabilidad de acumular humedad mediante el uso del CO_2 en estado sólido para producir núcleos de condensación.
- h) El prototipo implementado es el primero de su tipo en el Ecuador, técnicamente es una radiosonda de 245 gramos construida con dispositivos que se encuentran con facilidad en el mercado ecuatoriano. El sistema móvil presenta una autonomía de hasta 4 horas debido a que su consumo de corriente es muy bajo (1253.15 mA), con una altura máxima del sistema de 1230 m y 600 m de alcance.
- i) El sistema generado en el proyecto permite recopilar los datos suficientes para realizar la siembra de nubes (la misma se ha considerado como básica ya que el prototipo no está planeado para adquirir información de zonas extensas), pero debido al uso de un dron de capacidades básicas (es decir con problemas de comunicación entre el UAV y el control remoto al superar 400 m con línea de vista y sin neblina; y, que no puede levantar un peso mayor de 245 gramos) el área de análisis se considera como pequeña (3 ha).

RECOMENDACIONES

- La comunicación en el prototipo podría ser mejorada para ser montado en un dron de mejores características, como por ejemplo, con capacidad de levantar pesos superiores a los del prototipo generado en el proyecto (245 g) o que tenga un mayor rango de alcance de control remoto (mayor a 400 m) y poder así alcanzar mayores distancias y altitudes de medición, o también se podría proponer el uso de una red de drones con lo que se permite extender el área de análisis para realizar la siembra de nubes.

PRODUCTOS:

1. Artículo: "Implementación de un sistema aéreo de medición y almacenamiento de parámetros meteorológicos georreferenciados para zonas pequeñas"; Suárez A., Llugsí R., Lupera R., Chango R.; Revista Politécnica; ISSN: 1390-0129.
2. Presentado para revisión: "A basic study of the environmental behavior at the inhabited volcanic caldera of the inactive Pululahua Volcano in Ecuador using a UAV-based data acquisition and processign system"; Llugsí R., Lupera R.,



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
ACTA DE FINALIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Ledesma F., Suárez A., Chango R.; revista: "Journal of Environmental Informatics" (Q1); ISSN: 16848799, 17262135.

3. Difusión a la comunidad politécnica, presentación oral: "Implementación de un sistema aéreo de medición y almacenamiento de parámetros meteorológicos geo-referenciados para zonas pequeñas"; Suárez Alexander; I Foro Académico Cultural Ruso - Ecuatoriano Ciencia Aero Espacial, EPN; noviembre 2016.
4. Proyecto de titulación para la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones: "Implementación de un sistema aéreo de medición y almacenamiento de parámetros meteorológicos geo-referenciados para zonas pequeñas"; Suárez Benalcázar Alexander Fernando; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17012>.
5. Proyecto de titulación en ejecución para la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones: "Desarrollo de una aplicación web para generar Isomapas Geo-Referenciados de información meteorológica a través de una estación remota con conexión a internet para zonas de reducida extensión geográfica"; Ledesma Carrillo José Fernando.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto Interno PII-DETRI-03-2016 no contó con asignación presupuestaria del Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Interno **PII-DETRI-03-2016 "Implementación de un sistema piloto que permita la geolocalización de zonas con mejores características meteorológicas para la generación artificial de nubes (Caso de estudio Zona Norte del Distrito Metropolitano de Quito)"**.

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 cinco días del mes de febrero del año dos mil dieciocho.


Dr. Alberto Celi
Vicerrector de Investigación
y Proyección Social



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Y PROYECCION SOCIAL


M.Sc. Ricardo Llugsí
Director del Proyecto
PII-DETRI-03-2016

Recibido
05/02/2018
10:00

dp/cc