

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN JUNIOR PIJ-18-03

### *"Optimización "en línea" de flujo óptico para el procesamiento de imágenes y problemas inversos"*

En la ciudad de Quito D.M., a los veintinueve días del mes de marzo del año dos mil veintidós, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Junior **PIJ-18-03 "Optimización "en línea" de flujo óptico para el procesamiento de imágenes y problemas inversos"**, 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. Tuomo Jukka Markus Valkonen** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Junior PIJ-18-03**, al tenor de lo siguiente:

#### 1. ANTECEDENTES:

- a) El 19 de junio de 2018, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social - CIPS, mediante Resolución R088/18, se aprueba el cronograma para la Convocatoria de Proyectos de Investigación 2018. Mediante resoluciones R090/18 del 10 de julio de 2018, R096/18 del 31 de julio de 2018, y R160/18 del 13 de noviembre del 2018, CIPS aprueba reformas al cronograma para la Convocatoria de Proyectos de Investigación 2018.
- b) El 5 de febrero de 2019, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución RCIPS-028-2019, se aprobó el "Informe Final Proyectos de Investigación - Convocatoria 2018", donde se mostraron los resultados y los proyectos aprobados; entre ellos se encuentra el Proyecto Junior denominado "*Optimización "en línea" de flujo óptico para el procesamiento de imágenes y problemas inversos*" del Dr. Tuomo Valkonen.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2019-0226-M del 8 de febrero de 2019 se notifica la aprobación del proyecto, y mediante Memorando EPN-VIPS-2019-0437-M del 19 de marzo de 2019, se informa a los Directores de los Proyectos Junior 2018 que la fecha de inicio de los proyectos es el 1 de abril del 2019.
- d) Con Memorando EPN-CIIV-2021-0049-M de 17 de marzo de 2021, se notificó la Resolución RCIV-044-2021 de Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, con la que se aprobó la prórroga técnica del proyecto; por lo que la nueva fecha de finalización es el 30 de junio de 2021.

#### 2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

<b>Código de Proyecto</b>	PIJ-18-03
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Optimización "en línea" de flujo óptico para el procesamiento de imágenes y problemas inversos</i>
<b>Director del Proyecto</b>	TUOMO JUKKA MARKUS VALKONEN
<b>Codirector del Proyecto</b>	JUAN CARLOS DE LOS REYES BUENO
<b>Departamento</b>	MATEMATICA (DM)
<b>Línea de Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas inversos y procesamiento de imágenes</li> <li>• Optimización y control</li> <li>• Análisis numérico y cálculo científico</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	<i>Proponer nuevos métodos matemáticos rápidos para la reconstrucción e interpretación de series temporales de imágenes en manera "en línea": con una vista limitada de las mediciones</i>

	<i>temporales en cada paso del algoritmo. Los métodos serán verificados numéricamente.</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 1 de abril del 2019</li> <li>• Finalización: 31 de marzo del 2021</li> <li>• Fecha fin prórroga técnica: 30 de junio de 2021</li> <li>• Duración total: 27 meses</li> </ul>
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 79.980,17 USD
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 62.621,35 USD
<b>Entrega del Informe Final</b>	28 de septiembre del 2021

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIJ-18-03-2021-0015-M del 28 de septiembre de 2021, el Dr. Tuomo Valkonen, Director del Proyecto PIJ-18-03 entrega el Informe Final del Proyecto que dirige. El 18 de marzo de 2022, mediante correo electrónico, se remite documentación adicional para el cierre del proyecto. El Informe Final y la documentación presentada son revisados por la Dirección de Investigación, se anexan y forman parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Se ha obtenido una teoría de convergencia (o arrepentimiento) de métodos primal-dual y se ha aplicado la teoría de regularización para ayudar con su interpretación. Sin embargo, se puede todavía trabajar más en la interpretación de la teoría: ¿Cuáles características tienen las soluciones, según la teoría?
- Los modelos propuestos funcionan para estabilización computacional de imágenes. Como próximos pasos se puede afinarlos, y estudiar problemas más complejos.
- La implementación de los métodos propuestos en Julia no causa retos.
- Los métodos en línea funcionan para el procesamiento de sucesiones de imágenes en tiempo real, aunque la calidad de reconstrucción todavía no es ideal. Se tiene que investigar cómo se podría mejorar la calidad de reconstrucción.

#### PRODUCTOS:

1. Artículo: "*Primal-dual block-proximal splitting for a class of non-convex problems*"; Staislav Mazurenko, Jyrki Jauhainen, Tuomo Valkonen; *Electronic Transactions on Numerical Analysis* (Indexada en SCOPUS, Q2); ISSN: 1068-9613; DOI: [10.1553/etna\\_vol52s509](https://doi.org/10.1553/etna_vol52s509); septiembre 2020.
2. Artículo: "*Predictive Online Optimisation with Applications to Optical Flow*"; Tuomo Valkonen; *Journal of Mathematical Imaging and Vision* (Indexada en SCOPUS, Q2); ISSN: 1573-7683, 0924-9907; DOI: <https://doi.org/10.1007/s10851-020-01000-4>; marzo 2021.
3. Artículo "*Relaxed Gauss-Newton Methods with Applications to Electrical Impedance Tomography*"; *SIAM Journal on Imaging Sciences* (Indexada en SCOPUS, Q1); ISSN: 19364954; DOI: [10.1137/20M1321711](https://doi.org/10.1137/20M1321711); agosto 2020.
4. Ponencia: "*First-order primal-dual methods for non-linear inverse problems*"; Tuomo Valkonen; *RICAM Special Semester on Optimization, Workshop 4 Nonsmooth Optimization*; Linz, Austria; noviembre 2019.

5. Ponencia: "*First-order primal-dual methods for non-linear inverse problems*"; Tuomo Valkonen; *25<sup>th</sup> Inverse Days*; Jyväskylä, Finlandia; diciembre 2019.
6. Ponencia en congreso con revisión por pares: "*Predictive Online Optimisation with Applications to Optical Flow*"; Tuomo Valkonen; *IFIP TC7 2021 Conference on Systems Modelling and Optimization*; Quito-Ecuador; septiembre 2021.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Junior PIJ-18-03 fue de \$ 79.980,17 USD (setenta y nueve mil novecientos ochenta dólares americanos, con 17/100), y se ejecutaron \$ 62.621,35 USD (sesenta y dos mil seiscientos veintiún dólares americanos, con 35/100), 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 Junior PIJ-18-03 "*Optimización "en línea" de flujo óptico para el procesamiento de imágenes y problemas inversos*".

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 veintinueve días del mes de marzo del año dos mil veintidós.

---

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

---

Dr. Tuomo Valkonen  
**Director del Proyecto  
PIJ-18-03**

cr/sp