

**PROYECTO JUNIOR PIJ-15-23**

**"Desarrollo de un testbed de computación en la nube para implementar prototipos de funciones NFV y aplicaciones para SDN"**

En la ciudad de Quito D.M., el primer día del mes de diciembre del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Junior **PIJ-15-23 "Desarrollo de un testbed de computación en la nube para implementar prototipos de funciones NFV y aplicaciones para SDN"**, 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. Iván Marcelo Bernal Carrillo** en calidad de **Director del Proyecto Junior PIJ-15-23**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) El 4 de mayo de 2015, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 22, aprueba el Cronograma de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2015.
- b) El 21 de septiembre de 2015, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 53, se aprobaron los proyectos de la Convocatoria 2015, entre ellos el proyecto Junior denominado "*Desarrollo de un testbed de computación en la nube para implementar prototipos de funciones NFV y aplicaciones para SDN*", presentado por el Dr. Iván Marcelo Bernal Carrillo.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2016-0593-M del 31 de mayo de 2016, se informa a los Directores de los proyectos Junior 2015 que se considerará como fecha de arranque oficial de los proyectos de investigación de la Convocatoria 2015 el 1 de junio de 2016, y que en caso de que la fecha de inicio de los proyectos haya sido anterior, se comunique a la Dirección de Investigación y Proyección Social. Mediante Memorando EPN-PIJ-15-23-2016-0006-M el Director del Proyecto comunica que la fecha de inicio del proyecto es el 1 de abril de 2016.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIJ-15-23
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Desarrollo de un testbed de computación en la nube para implementar prototipos de funciones NFV y aplicaciones para SDN</i>
<b>Director del Proyecto</b>	IVAN MARCELO BERNAL CARRILLO
<b>Colaborador del Proyecto</b>	RAUL DAVID MEJIA NAVARRETE
<b>Departamento</b>	Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI)
<b>Líneas de Investigación</b>	Software de comunicación de datos
<b>Objetivo</b>	<i>Establecer un testbed de computación en la nube para probar y desarrollar funciones NFV y aplicaciones para SDN</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 1 de abril de 2016</li> <li>• Fin planificado: 31 de marzo del 2018</li> <li>• Prórroga: 9 meses, hasta el 31 de diciembre de 2018</li> <li>• Duración total: 33 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	5 de agosto de 2020



Presupuesto asignado	\$ 80.000,00 USD (ochenta mil dólares americanos, con 00/100).
Presupuesto ejecutado	\$ 55.441,15 USD (cincuenta y cinco mil cuatrocientos cuarenta y un dólares americanos, con 15/100).

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIJ-15-23-2020-0002-M del 5 de agosto de 2020 el Dr. Iván Bernal, presenta el Informe Final del Proyecto Junior PIJ-15-23, del cual es director. El informe es revisado por la Dirección de Investigación, se anexa y forma parte integrante de la presente Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Los resultados que se obtuvieron en el ambiente del *testbed* en la nube de cómputo implementado se asemejan a los resultados que se obtuvieron tanto en el ambiente virtual (no basado en nube) así como también con los equipos físicos.
- Al utilizar DevOps con la herramienta Ansible para el despliegue de las funciones NFV, se eliminaron los posibles errores de implementación que se presentan al utilizar a un técnico que se le asigne esta tarea, ya que, con esta herramienta, al producirse un error se informa directamente a la persona que implementó la función; además, la automatización fue probada en varios escenarios.
- Se puede obtener un ahorro en el tiempo de despliegue y de realización de pruebas en las funciones NFV al utilizar el *testbed* construido en la nube de cómputo, ya que, se puede automatizar las tareas utilizando la herramienta de DevOps Ansible. Además, el *testbed* se puede utilizar también para realizar otros proyectos de investigación, ya que, es una nube que permite el desarrollo de diversos proyectos que se pueden desarrollar en el futuro.
- Cuando se despliega una función NFV dentro del *testbed*, la implementación del *testbed* es totalmente transparente. Dentro de la función de red, si como parte de la función se emplean las SDN, se puede utilizar cualquier tipo de controlador, por ejemplo, y para el usuario final, se insiste que los detalles de implementación del *testbed* es totalmente transparente.
- Se evidenciaron los principios y ventajas de NFV mediante la correcta implementación y prueba de funcionamiento de servicios de red virtualizados; en el caso particular de emplear OPNFV, esto se hizo virtualizando los servicios de un servidor web, DNS, vRouter y un servidor multifunción (vRouter, DNS y firewall).
- Utilizando OPNFV se implementó una política de monitoreo para cada una de las funciones implementadas, a la vez que se comprobó su correcto funcionamiento.
- Se seleccionaron los componentes de OPNFV que permitieron la implementación de funciones de Red Virtualizadas sobre la nube de cómputo. Dichos componentes son el administrador de infraestructura virtualizada (VIM) Openstack y el administrador y orquestador de VNF (MANO) Tacker.
- Todo el proyecto fue realizado sobre una plataforma de software libre, de esta manera se evidenció la posibilidad de creación de una red funcional con servicios virtualizados, y a la vez independiente de equipos y software de marcas propietarias.



## PRODUCTOS:

- Artículo: "A web application for automatically generating the network infrastructure for software defined networks on a cloud"; David Mejía, Iván Bernal y Álvaro Jarrín; *Proceedings of the 16<sup>th</sup> LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology* (SCOPUS); ISSN: 24146390; DOI: 10.18687/LACCEI2018.1.1.235; julio 2018.
- Artículo: "A recovery prototype based on network coding and software defined networks"; David Mejía, Iván Bernal y Victor Pilco; *Proceedings of the 16<sup>th</sup> LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology* (SCOPUS); ISSN: 24146390; DOI: 10.18687/LACCEI2018.1.1.242; julio 2018.
- Artículo: "Solving MP-TCP's Shared Bottlenecks Using a SDN with OpenDayLight as the Controller"; David Mejía, Iván Bernal y Fernando Becerra; *Proceedings of the 9th IEEE ANDESCON, ANDESCON 2018*; (SCOPUS); ISBN: 978-153868372-9; DOI: 10.1109/ANDESCON.2018.8564637; diciembre 2018.
- Artículo: "Virtualizing and Deploying a Solution to MP-TCP's Shared Bottlenecks as a Network Function"; David Mejía, Iván Bernal y Fernando Becerra; *Proceedings of the 2018 IEEE 3rd Ecuador Technical Chapters Meeting - ETCM 2018* (SCOPUS); ISBN: 978-153866657-9; DOI: 10.1109/ETCM.2018.8580278; diciembre 2018.
- Artículo enviado: "Cloud-based Network Function Virtualization using OPNFV Components"; Francisco Villacis, David Mejía, Fernando Becerra e Iván Bernal; *Computer Science and Information Systems* (SCOPUS Q2); ISSN: 24061018, 18200214; julio 2020.
- Ponencia: "A web application for automatically generating the network infrastructure for software defined networks on a cloud"; David Mejía; *XVI LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*; Lima-Perú; julio 2018.
- Ponencia: "A recovery prototype based on network coding and software defined networks"; Iván Bernal; *XVI LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*; Lima-Perú; julio 2018.
- Ponencia: "Solving MP-TCP's Shared Bottlenecks Using a SDN with OpenDayLight as the Controller"; Iván Bernal; *IEEE ANDESCON, ANDESCON 2018*; Cali - Colombia; agosto 2018.
- Ponencia: "Virtualizing and Deploying a Solution to MP-TCP's Shared Bottlenecks as a Network Function"; David Mejía; *3rd IEEE Ecuador Technical Chapters Meeting ETCM 2018*; Cuenca - Ecuador; octubre 2018.
- Presentación a la comunidad politécnica sobre los resultados del proyecto en el "Foro de Telecomunicaciones y Redes de la Información", organizado en las *XXVII Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la EPN*; David Mejía; noviembre 2017.
- Proyecto de titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones: "Virtualización de funciones de red sobre una nube de cómputo utilizando componentes de OPNFV"; Francisco Javier Villacís Mora; URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20682>; enero 2020.
- Tesis de Maestría en Conectividad y Redes de Telecomunicaciones: "Implementación de una solución para el problema shared bottleneck del protocolo MP-TCP utilizando SDN sobre una

infraestructura de computación en la nube"; Fernando Vinicio Becerra Camacho; URL:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19558>; julio 2018.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

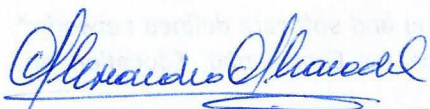
El monto asignado al Proyecto Junior PIJ-15-23 fue de \$ 80.000,00 USD (ochenta mil dólares americanos, con 00/100), y se ejecutaron \$ 55.441,15 USD (cincuenta y cinco mil cuatrocientos cuarenta y un dólares americanos, con 15/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación 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:

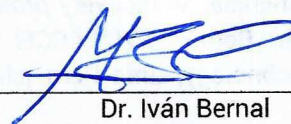
Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Junior PIJ-15-23 "Desarrollo de un testbed de computación en la nube para implementar prototipos de funciones NFV y aplicaciones para SDN".

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. el primer día del mes de diciembre del año dos mil veinte.



Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación



Dr. Iván Bernal  
Director del Proyecto  
PIJ-15-23

cr/sp