

**PROYECTO JUNIOR PIJ-15-03**

**"Elaboración de un plan de información y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la municipalidad de San Cristóbal."**

En la ciudad de Quito D.M., a los veinticuatro días del mes de enero del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Junior *PIJ-15-03: "Elaboración de un plan de información y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la municipalidad de San Cristóbal"*, 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. Jesús Portilla Yandún* en calidad de *Director del Proyecto Junior PIJ-15-03*, 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: *"Elaboración de un plan de información y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la municipalidad de San Cristóbal"*, presentado por el Dr. Segundo Jesús Portilla Yandún.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2016-0097-M del 27 de enero de 2016, se informa a los Directores de los proyectos Junior 2015 que la fecha de inicio de los proyectos es el 1 de marzo de 2016.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIJ-15-03
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Elaboración de un plan de información y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la municipalidad de San Cristóbal</i>
<b>Director del Proyecto</b>	<i>Segundo Jesús Portilla Yandún</i>
<b>Colaboradores del Proyecto</b>	<i>De los Reyes Bueno Juan Carlos Poveda Calderón Ricardo Andrés Rojas Molina Roberto Carlos Luigi Cavaleri (Externo) Brandt Margarita (Externo) Laignerl Benoit (Externo)</i>
<b>Departamento</b>	<i>Ingeniería Mecánica</i>
<b>Líneas de Investigación</b>	<i>Medio Ambiente</i>
<b>Objetivo</b>	<i>Elaborar un plan de contingencia que permita a las autoridades locales de la isla de San Cristóbal manejar las situaciones de riesgo causadas por eventos oceánicos de manera eficaz y objetiva, haciendo uso de la información técnica y científica más precisa y actualizada posible en el contexto de una comunidad informada.</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 1 de marzo del 2016</li> <li>• Fin planificado: 1 de marzo del 2018</li> <li>• Prórroga Ordinaria: hasta el 31 de diciembre de 2018</li> <li>• Prórroga Extraordinaria: hasta el 30 de junio de 2019</li> <li>• Duración total: 39 meses</li> </ul>

*Recibido.  
No*





Entrega del Informe Final	30 de septiembre del 2019
Presupuesto asignado	\$ 90.220,00 USD (noventa mil doscientos veinte dólares americanos con 00/100).
Presupuesto ejecutado	\$ 90.220,00 USD (noventa mil doscientos veinte dólares americanos con 00/100).

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DIM-2019-0911-M del 30 de septiembre de 2019 el M.Sc. Iván Zambrano, Jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica, presenta el Informe Final del Proyecto Junior PIJ-15-03 dirigido por el Dr. Jesús Portilla. 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:

- Se ha desarrollado un atlas global de condiciones espectrales de oleaje a nivel global. Este desarrollo está basado en una nueva técnica para derivar estadísticas espectrales, aplicando a la base de datos ERA-Interim del ECMWF. Las estadísticas espectrales se basan en el hecho de que los sistemas de ondas a largo plazo son únicos y distintos en cada punto geográfico. La identificación de esos sistemas permite su separación y caracterización utilizando parámetros integrales. Los parámetros desarrollados incluyen la distribución de densidad de particiones espectrales, la distribución individual de frecuencias, direcciones, energía, variabilidad estacional del viento, entre otros. Esta información está disponible en formato web para su uso público en [https://modemat.epn.edu.ec/\\_nereo](https://modemat.epn.edu.ec/_nereo).
- La metodología de caracterización espectral ha sido utilizada para estudiar condiciones de oleaje en sitios como el Mar Rojo. La climatología del viento y las olas del Mar Rojo se obtuvo de un modelo Validado de alta Resolución de 30 años. Después de describir las características relevantes de la cuenca se identifican los principales sistemas de viento y olas. Mediante el uso de la técnica de participación espectral es posible explicar su génesis y características. Se observa que en el norte el viento y las olas se encuentran presentes durante todo el año, mientras que la parte central y las zonas del sur se caracterizan por una marcada estacionalidad. La técnica de participación permite determinar la asociación general de la energía de los diferentes sistemas de olas con un patrón climático específico. La disminución más marcada se encuentra en las tormentas del norte, que están asociadas con pulsos meteorológicos del mar mediterráneo.
- Se hace una mirada retrospectiva al desarrollo a largo plazo de la investigación sobre las olas del viento y su modelado, en particular de los mares costeros e interiores. Se hace un análisis crítico de la situación actual, capacidades, y una proyección de los posibles desarrollos futuros. Se estudian los diferentes procesos principales en la modelización. Se estudian los diferentes procesos de generación y disipación en aguas poco profundas y sus aspectos principales en la modelización. Se destaca la interacción del oleaje con el viento y las corrientes marinas. Se enfatiza además en la necesidad de un enfoque más completo, en el cual la asimilación de datos debe abordarse con un enfoque espectral.

TP.



- Aunque condiciones moderadas de viento y olas prevalecen a lo largo del Pacífico ecuatorial, la modernización de oleaje en estas zonas sigue enfrentando desafíos debido a la presencia de múltiples sistemas de olas que convergen desde diferentes partes del Océano Pacífico (por ejemplo, oleaje de fondo y oleaje local). Claramente, cualquier error en las áreas remotas de generación, ya sea por los datos del viento o por la física del modelo de olas, se traduce en errores más grandes a medida que avanza las olas, especialmente si la atención se centra en las áreas costeras. Un aspecto relevante es que los parámetros integrales tradicionales no ofrecen la posibilidad de evaluar adecuadamente los errores asociados a las diferentes partes del espectro. Para obtener información en esta dirección hacemos uso de la técnica de partición. Esto permite evaluar por separado el rendimiento del modelo en diferentes sectores del espectro de ondas, asociado, por ejemplo, a la generación local y la propagación a larga distancia. Siguiendo este enfoque, podemos cuantificar los errores asociados a ambos procesos. Esto se explora más a fondo con pruebas que abordan tanto la entrada del viento como la física del modelo de onda. Se observa que tener en cuenta los sistemas de ondas individuales permite un juicio mejor y más realista del rendimiento del modelo en las diferentes situaciones.
- Dada la creciente disponibilidad de espectros direccionales de las olas oceánicas, se han explorado dos enfoques estadísticos diferentes para procesar grandes bases de datos de espectros: estadísticas de participaciones espectrales (SPS) y Mapas autoorganizados (SOM). El objetivo principal es mejorar la caracterización del clima de oleaje direccional en un sitio, proporcionando una descripción más completa y consistente que la obtenida de los métodos estadísticos tradicionales basados en parámetros espectrales integrales. De hecho, si bien el uso de parámetros integrales permite una aplicación directa de técnicas estándar para el análisis estadístico, se puede pasar por alto información importante relacionada con la física de los procesos (por ejemplo, presencia de sistemas de ondas múltiples). Los dos métodos propuestos no excluyen el análisis de múltiples. Los dos métodos propuestos no excluyen el análisis de parámetros integrales, pero permiten además contabilizar diferentes eventos de forma independiente. Su potencial se ilustra utilizando un conjunto de datos modelo de 37 años (1979-2015) de espectros de ondas direccionales en un sitio de estudio en el mar Mediterráneo occidental. Se observa que los parámetros integrales estándar no muestran las condiciones complejas e incluso multimodales en este sitio, que de otra manera se revelan mediante el análisis estadístico de espectros direccionales. Se observa además que los resultados de SPS y SOM son mutuamente consistentes y proporcionarían un mejor conocimiento de los procesos físico asociados.
- Un requisito importante para la aplicación del método de Extreme Value Analysis (EVA) es que la variable de trabajo se distribuya de manera idéntica. Sin embargo, este no suele ser el caso en las olas oceánicas porque estas resultan de la superposición de diferentes trenes de olas originados por diferentes fuerzas meteorológicas, ya sea localmente o por tormentas remotas. El origen diferente de los trenes de ondas implica que pertenecen a diferentes poblaciones de datos y por lo tanto tienen diferentes propiedades estadísticas. Aunque la representación moderna de las ondas se basa en el concepto del espectro, generalmente la variabilidad de trabajo en EVA es la altura de onda significativa total ( $H_s$ ), un parámetro obtenido de la integración del espectro. De tal integración, se pierde gran parte de la información de los componentes individual, por lo que la serie temporal resultante es un compuesto de diferentes condiciones y, por lo tanto, no se distribuye de forma idéntica. Se presenta una aplicación de EVA covariable basada en la participación espectral, una técnica que permite identificar y caracterizar los componentes de onda individuales. Mostramos que, en general, el  $H_s$  total es inapropiado para



EVA, lo que lleva a una sobreestimación o subestimación de los extremos proyectados. A su vez, el enfoque covariable proporciona una mejor visión del comportamiento individual de los sistemas de ondas y las consecuencias de proyectar valores extremos.

#### PRODUCTOS:

- Artículo publicado: *The Global Signature of ocean wave spectra*; Portilla, J. (2017). *Geophysical Research Letters* (Q1). DOI: <https://doi.org/10.1002/2017GL076431>.
- Artículo publicado: *Unraveling climatic Wind and wave trends in the red sea using wave spectra partitioning*; Langodan, S., Portilla, J., Abualnaja, Y., Cavaleri, L., Pomaro, A., Hoteit, I. (2018). *Journal of Climate* (Q1). DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0295.1>.
- Artículo publicado: *Wave Modelling in coastal and Inner Seas*; Cavaleri, L., Abdalla, S., Benetazzo, A., Bertotti, L., Breivik, O., Varniel, S., Jensen, R., Portilla-Yandun, J., Rogers, E., Roland, A., Sanchez-Arcilla, A., Smith, J., Staneva, J., Toledo, Y., Van Vledder, G., Van der Westhuysen, A. (2018); *Progress in Oceanography* (Q1). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.03.010>.
- Artículo aceptado para revisión: *Modelling and analysis of multiple wave system conditions in the Eastern Equatorial Pacific Ocean*; Portilla, J., Sosa, J., Salazar A.; *Ocean Dynamics* (Q2).
- Artículo publicado: *On the statistical analysis of ocean wave directional spectra*; Portilla, J., Barbariol, F., Benetazzo, A., Cavaleri, L. (2019). *Ocean Engineering* (Q1). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106361>.
- Artículo aceptado para revisión: *Covariate extreme value analysis using wave spectral partitioning*; Portilla, J., Jácome, E.; *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* (Q1).
- Presentación de la ponencia *The World Ocean Wave Fields* en el evento WISE – Wave In Shallow Environment 2018, realizado del 22 al 26 de abril de 2018 en Tel-Aviv / Israel.
- Presentación de la ponencia *Open Access Atlas of Global Spectral Wave Conditions Based on Partitioning*, realizado del 17 al 22 de junio de 2018 en Madrid, España.
- Planteamiento de un proyecto de mayor alcance: "Evaluación de parámetros oceánicos para la planificación y ejecución de operaciones marinas en las costas del Ecuador". Presentado en la convocatoria 2018 (PIJ-05).

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Junior PIJ-15-03 fue de \$ 90.220,00 USD (noventa mil doscientos veinte dólares con 00/100), y se ejecutaron \$ 90.220,00 USD (noventa mil doscientos veinte dólares con 00/100), 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.


TPo

5. FINALIZACIÓN:

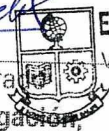
Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Junior PIJ-15-03 "Elaboración de un plan de información y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la municipalidad de San Cristóbal".

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 veinticuatro días del mes de enero del año dos mil veinte.



Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



Segundo Jesús Portilla Yandún  
Director del Proyecto  
PIJ-15-03

ms/cr

