



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Ingeniería Mecánica
- 2.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Medio Ambiente
- 2.

1 Proyecto de Investigación

Título:

Elaboración de un plan de información, difusión y contingencia ante eventos oceánicos extremos para la Municipalidad de San Cristóbal

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

La comunidad de San Cristóbal, situada en medio del Océano Pacífico, se encuentra expuesta a diversos eventos oceánicos que generan situaciones de riesgo y malestar para la comunidad. Más aún considerando que muchas actividades de la población (transporte, turismo, pesca, entre otras) están directamente vinculadas al mar. Entre los diversos eventos de riesgo están los de oleaje, marea, viento, tsunamis, entre otros. De estos, el que históricamente ha estado asociado al mayor número de incidentes es el oleaje, debido a su naturaleza variable y a su cotidiana interacción con las diversas actividades.

Existen instancias nacionales responsables de suministrar información y establecer protocolos en situaciones de riesgo. Sin embargo, dicha información es de poca utilidad actualmente ya sea porque es demasiado vaga, técnica, o simplemente porque la comunidad no está familiarizada con ella. Por su parte, la EPN cuenta con herramientas avanzadas de predicción de eventos oceánicos y meteorológicos. Con este proyecto se busca dar un valor agregado a dicha información, vinculándola a los efectos de los eventos oceánicos en las actividades locales. El objetivo es elaborar un plan de contingencia, que ampliamente socializado y asimilado por la comunidad permita a las autoridades actuar oportuna y eficazmente en situaciones de riesgo.



5 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo General

- Elaborar un plan de contingencia que permita a las autoridades locales de la isla 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.

5.1.2 Objetivos Específicos

- a. Generar información oceanográfica (e.g., oleaje, nivel del mar), con modelos de alta resolución y validarla con mediciones obtenidas en el campo.
- b. Evaluar el efecto de diferentes niveles de magnitudes oceánicas (medidas y calculadas) en las diversas actividades de la comunidad.
- c. Elaborar una guía informativa para la comunidad para su familiarización con los eventos oceánicos, su significado, magnitudes, y efectos.
- d. Elaborar una guía de contingencia para manejo de situaciones extremas de parte de la autoridad (Municipio de San Cristóbal).

5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.

El punto más relevante del presente proyecto es el valor agregado que se da a la información oceanográfica actualmente generada. Esencialmente poniéndola al servicio de la comunidad. Actualmente, la EPN a través del ModeMat, en colaboración con la Facultad de Ingeniería Mecánica, genera el pronóstico de oleaje para todo el mar territorial, con mallas computacionales de resolución relativamente alta en la zona costera continental y del archipiélago de Galápagos. Esta herramienta es de gran valor científico pues ha permitido el desarrollo de herramientas complementarias de optimización y asimilación de datos, y viene generando algunas publicaciones, la mayoría de carácter internacional.

Más aun, la información que se produce continuamente trasciende el ámbito científico pues tiene una aplicabilidad directa para el servicio a la comunidad. Este pronóstico produce información acerca del estado del mar (es decir que tan picado está el mar) con un tiempo de anticipación de ocho días, suficiente para ejecutar un plan de contingencia. Esta información es crucial para las comunidades costeras cuyas actividades están estrechamente vinculadas al mar (transporte, pesca, recreación, turismo, entre otras). En el Ecuador, cada año se cuentan varias pérdidas humanas a causa del oleaje. La razón es que las actividades marinas se ejecutan sin ninguna previsión del estado del mar con lo que los eventos extremos toman por sorpresa a muchas personas.

A pesar de esta complementariedad, existe una brecha enorme entre la información científica generada y las necesidades de la comunidad. Por un lado, a pesar de que la información se encuentra disponible libremente a través de medios altamente accesibles como el Internet, a) la



comunidad no la usa porque desconoce de su disponibilidad. Por lo tanto uno de los puntos de atención es la necesidad de hacer una difusión y socialización más amplia de la misma. b) A pesar de conocer la existencia y disponibilidad de la información oceanográfica, la comunidad no puede interpretarla objetivamente y hacer uso cotidiano de la misma. Es necesario por lo tanto transmitir dicha información de manera más amigable y con el contexto adecuado y adaptado a cada uso particular.

Por lo tanto, el presente proyecto tiene dos componentes fundamentales. El primero es marcadamente científico-técnico, y consiste en generar un pronóstico específico para la zona, de gran precisión y resolución, es decir mejorando el que se opera actualmente. Para esto se utilizarán herramientas modernas como modelos numéricos que permitan representar los fenómenos oceanográficos de mayor relevancia (oleaje, mareas, y corrientes marinas) y mediciones locales que permitan validar los modelos implementados. Estos desarrollos yacen en el ámbito de la Mecánica de Fluidos, el Análisis y Modelización Numérica, Análisis Estadístico, y Optimización, líneas de interés netamente universitario. El segundo componente es de vinculación con la comunidad. Para ello es necesario entender sus actividades en función de las variables que calculamos o medimos, y traducirlas en un lenguaje que puedan asimilar fácilmente para que la información científica que generamos les sea de verdadera utilidad. Finalmente, en el entorno de una comunidad educada e informada, se facilita la toma de decisiones por parte de la autoridad en casos de contingencia. Estos dos componentes son de gran relevancia en el quehacer universitario.

Potenciales Usuarios

- Municipalidad de San Cristóbal
- Comunidad de San Cristóbal (varios actores)
- Central de riesgos de San Cristóbal

5.3 Productos esperados

a. Publicaciones científicas (obligatorio);

-1

Al menos 3 Artículos científicos internacionales indexados (SCOPUS):

- Implementación y verificación del modelo de oleaje SWAN en la isla de San Cristóbal.
Potencialmente en:
Journal of Hydraulics Research
Journal of Weather and Forecast
- Implementación y verificación del modelo de circulación ADCIRC en la isla de San Cristóbal.
Potencialmente en:
Journal of Hydraulics Research
Journal of Ocean Dynamics
- Implementación del plan de información y contingencia ante eventos oceánicos para la comunidad de San Cristóbal.
Potencialmente en:
Journal of Weather Climate and Society (AMS)

b. Disertación a la Comunidad Politécnica;

-1

Al menos 4 Disertaciones científicas internacionales



Potencialmente en:

- Waves in Shallow Water Environments (WISE)
- International Symposium on Wave Hindcasting and Forecasting and Coastal Hazards

c. Proyecto de Titulación;

d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);

≡

≡

Al menos 1 tesis de Titulación de maestría

- Jesion Sosa, Universidad Joseph Fourier (Grenoble, Francia)

e. Aplicación tecnológica construida o implementada;

≡

Seminarios de capacitación

- al menos 4 para la comunidad de San Cristobal

Guías de información

- Con información oceanográfica amigable para el usuario en forma de tríptico

Guía de contingencia

- Para la Municipalidad de San Cristóbal, en forma de manual de procedimientos

f. Patente presentada;

g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.

≡

≡

Perfil de proyecto

- De continuación, ampliación o aplicación de la metodología a otras comunidades del Ecuador

5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- Se requiere generar información oceanográfica especializada y específica al sitio y validarla. Esto se hará con los modelos SWAN (olas) y ADCIRC (corrientes y mareas). Estas implementaciones y validaciones tienen el potencial de generar 2 artículos científicos (uno por cada modelo) de interés en el área de Mecánica de Fluidos. Este trabajo además genera temas de investigación y tesis de maestría.
- Se requiere interpretar la información científica/técnica en función de las actividades de la comunidad. Esta metodología tiene el potencial de generar un artículo científico.
- Se requiere elaborar guías de información para la comunidad (guías de información y seminarios)
- Se requiere elaborar una guía de contingencia para la autoridad (Guía de contingencia)



6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

- *Introducción y descripción del problema*

La comunidad de San Cristóbal es afectada directa y constantemente por eventos oceánicos. Por poner un ejemplo, el transporte entre islas depende enteramente del estado del mar tanto en el punto de partida como en el de llegada. Cualquier situación anómala en alguno de estos puntos crea situaciones de riesgo (o malestar en caso de suspensión del transporte), más aún si estas eventualidades ocurren sin previo aviso. El tema es crucial ya que la economía de la isla depende de las actividades turísticas, muchas de ellas desarrolladas en el mar y en la costa. En situaciones extremas el manejo y responsabilidad de la situación recae sobre la autoridad competente (en este caso el Municipio de San Cristóbal), quien debe tomar acciones muchas veces no celebradas por la comunidad (como por ejemplo el cierre de una playa o la suspensión de ciertas actividades). El problema mayor para la autoridad es que a pesar de tratar de actuar con la mejor voluntad, la información con la que cuenta es demasiado vaga. Esto le impide actuar con presteza y cualquier imprecisión en la toma de decisiones merma significativamente su credibilidad. Se crea entonces la disyuntiva entre actuar proactivamente con riesgo a equivocarse o actuar con negligencia. Crear mejores herramientas para permitir a la autoridad actuar proactivamente es la motivación del presente proyecto.

Materiales y métodos

Por otro lado la EPN genera el pronóstico de oleaje para todo el mar territorial ecuatoriano incluyendo el Archipiélago de Galápagos. Este pronóstico se produce usando las herramientas existentes más avanzadas (*state-of-the-art*), que incluyen el modelo numérico de oleaje WaveWatchIII [19] de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA), los mejores campos de vientos disponibles en tiempo real obtenidos de GFS (Global Forecast System) [6, 20], datos de cobertura de hielo polar también del GFS [2], datos satelitales del relieve marino [16], y datos satelitales de viento y oleaje para verificación de resultados [3]. El pronóstico se actualiza cada día con información para los siguientes ocho días. Este sistema ha sido utilizado para efectos de caracterización oceanográfica en zonas donde se cuenta con datos in-situ [14] y además es objeto de mejoras continuas y sistemáticas teniéndose actualmente en desarrollo un módulo de asimilación de datos [15], producto de un proyecto de investigación EPN (PIMI-1402).

La información actualmente generada, es sin embargo de carácter oceánico, no costero. Esto se debe a algunos factores. El modelo numérico utilizado (WaveWatchIII) es de escala oceánica y no completamente apto para resolver procesos costeros. Por esta característica, la resolución actual del modelo es de alrededor de 4km en la zona costera. Lo cual no es suficiente para la presente aplicación porque el largo del malecón de San Cristóbal tiene una longitud menor que 8km. Se requiere por lo tanto de un modelo con mayor resolución (del orden de los 20m) para atender las necesidades de la comunidad. Por otro lado, en la zona costera las olas se ven severamente influenciadas por la marea. Cuanto más alta es la marea, mayor es la capacidad de penetración y destrucción del oleaje. Por lo tanto, contar con datos de pronóstico de mareas es indispensable. Al



mismo tiempo modelos más finos y sofisticados, requieren datos específicos para su verificación y validación. Por lo que además de modelos, es necesario hacer un monitoreo de parámetros oceanográficos en zonas estratégicas.

Para suplir estas necesidades, en el presente proyecto se propone implementar dos modelos adicionales, especializados en la representación de fenómenos costeros, SWAN (*Simulating Waves Nearshore*) [8, 21], y ADCIRC (*Advanced Circulation Model*) [4, 5], de los cuales se cuenta con algunos desarrollos preliminares [7]. Estos modelos serán implementados con la resolución necesaria para suplir las necesidades de la comunidad de San Cristóbal. Se plantea además establecer algunos puntos de medición (cuatro o cinco) de oleaje y mareas en los sitios más críticos, como los muelles de pasajeros, de pescadores y de descarga. Estas mediciones se realizarán utilizando sensores de presión, mareógrafos y correntímetros, en colaboración con la Municipalidad de San Cristóbal y el Galapagos Science Center de la Universidad San Francisco de Quito. Estas dos instituciones tienen presencia en San Cristóbal y se encargarán de parte de las operaciones y logística. Los puntos de monitoreo serán de carácter continuo a lo largo del desarrollo del proyecto, con proyección de mantenerlos indefinidamente.

La metodología de obtención de datos experimentales se basa en sensores de presión (de tipo ONSET, NORTEK o MIDAS) colocados a una profundidad de unos 3m bajo la superficie del agua. Estos sensores son capaces de detectar las diferencias de presión en la columna de agua, ocasionada por las ondas superficiales en diferentes escalas de tiempo y magnitud [4a]. La presión de la columna de agua es directamente proporcional a la profundidad del instrumento, y por lo tanto a la altura de las olas. Esta magnitud se registra con un intervalo de frecuencia del orden de 2GHz y la señal obtenida contiene de forma cruda toda la información acerca del oleaje y las variaciones de la marea. Para obtener el espectro del oleaje que es la variable objetivo, es necesario procesar la señal obtenida por medio de un análisis de Fourier para obtener sus componentes principales, de los cuales se obtiene tanto el registro de oleaje como el de mareas [11a].

Otro componente moderno y fundamental en la descripción de variables medioambientales son las observaciones satelitales. Actualmente existen algunas misiones que entregan o cuentan con datos históricos de algunas variables de interés para el presente proyecto (e.g., EnviSAT, Altika, Topex, QuikScat) [1, 12]. Este tema es se vuelve progresivamente más fundamental con el tiempo pues los instrumentos satelitales son cada vez más precisos, de mayor resolución y tienen una cobertura espacial más amplia que las observaciones in-situ. Notablemente, en la actualidad se llevan a cabo iniciativas de pre-operación de la misión SWOT (*Surface Water Ocean Topography*) [18] a ser lanzada en el 2020 en un esfuerzo cooperativo entre la NASA (USA) y el CNES (Francia). En miras de utilizar estos datos, la EPN ha hecho acercamientos con la Universidad de Rouen (Francia) y con el Instituto de Ciencias Marinas de Venecia (Italia), para el intercambio de información y metodologías (ver cartas de apoyo adjuntas). Para fomentar este vínculo, un estudiante de maestría (Ing. Jeison Sosa) hará su pasantía en la Universidad de Rouen (Francia) en el contexto de su maestría (en *Environmental Fluid Mechanics*) de la Universidad Joseph Fourier de Grenoble (Francia). Jeison Sosa es actualmente asistente de investigación del proyecto PIMI-1402.



Por otro lado, se debe transferir toda esta información, tanto la existente como la que se plantea generar, a la comunidad de San Cristóbal, y elaborar con la misma guías de información para la comunidad y gestión para la autoridad. Para esto es necesario hacer una interpretación netamente de campo. Por un lado, se establecerán los efectos que las diferentes magnitudes oceanográficas representan [10, 11]. Por ejemplo, el pronóstico indica un valor de 2m de altura de oleaje que corresponden al percentil 70 según nuestro registro histórico para el sitio específico. A pesar de tener la magnitud perfectamente cuantificada nosotros no sabemos lo que esta significa en el campo. ¿Es este un evento capaz de generar estragos, al transporte, a los turistas en la playa, a las operaciones de carga y descarga? Por otro lado el concepto de altura de oleaje es un concepto estocástico que implícitamente incluye una variabilidad espacial y temporal. ¿Estamos seguros de que el ciudadano común entiende este lenguaje? De no serlo, el reto es poder transferirlo. Para poder realizar este vínculo, en el presente proyecto se dispondrá de un técnico capacitado en variables oceanográficas y con habilidad de comunicación para interactuar tanto con el personal a cargo de la Municipalidad de San Cristóbal, como con algunos actores estratégicos de la comunidad. Específicamente los esfuerzos serán enfocados en las agencias de transporte, gremios de pescadores, operadoras de turismo, clubes de surf y buceo, guarda costas y rescatistas. De esta interacción se espera establecer el efecto de los diferentes eventos en las diversas actividades. Con esta información y en trabajo conjunto con la Municipalidad se elaborarán por un lado guías de contingencia para la autoridad (en forma de manuales y procedimientos) y guías y seminarios de información para la comunidad, en forma de folletos informativos de acceso amigable.

El componente de proyección también es de gran importancia en el presente proyecto. Por un lado se busca crear una buena experiencia de servicio a la comunidad con información técnica altamente avanzada para fomentar la confianza de la población en la información y el desarrollo científicos. Esta experiencia positiva permitirá la generación de futuros proyectos conjuntos y una participación más activa de la comunidad en los mismos. Por otro lado, se puede considerar el presente proyecto como piloto, el mismo que es adaptable y escalable no sólo para otras islas del archipiélago, sino a otras localidades costeras en el continente que sufren de problemas similares. En el presente caso, la comunidad de San Cristóbal es un escenario ideal pues por su escala resulta relativamente fácil diseñar un plan colaborativo con los diferentes actores, incluyendo la autoridad. Los datos satelitales procesados y las metodologías desarrolladas son de interés y uso para otros proyectos (actualmente en elaboración) en el área de hidrología. Además, los resultados obtenidos pueden aplicarse o extenderse a otras áreas del conocimiento. Particularmente los datos oceanográficos son de uso directo para la comprensión de varias especies y ecosistemas [9], estudios de cambio climático [17], y energía renovable [13].

Referencias

- [1] Andreadis, K. A., G. J.-P. Schumann, and T. Pavelsky (2013). A simple global river bankfull width and depth database, *Water Resour. Res.*, 49, 7164-7168, doi: [10.1002/wrcr.20440](https://doi.org/10.1002/wrcr.20440).
- [2] Ardhuin, F., F. Collard, B. Chapron, F. Girard-Ardhuin, G. Guitton, A. Mouche, J. Stopa, 2015 : Estimates of ocean wave heights and attenuation in sea ice using the SAR wave mode on Sentinel-1A. *Geophys. Res. Letters*, vol 42. DOI: [10.1002/2014GL062940](https://doi.org/10.1002/2014GL062940).
- [3] Ash, E., Buswell, G., Pinnock S., DUE GlobWave, Product User Guide Phase 3, GlobWave/DD/PUG 3, Issue 1.0, January 2013, 77 pp.



http://globwave.ifremer.fr/download/GlobWave_D.7_PUG3_v1.0.pdf

[4] Bilskie M., S.C. Hagen, S.C. Medeiros, D.L. Passeri (2014). "Dynamics of sea level rise and coastal flooding on a changing landscape." *Geophysical Research Letters*, 927-934, doi: 10.1002/2013GL058759

[4a] Cavaleri, L. "Wave measurement using pressure transducer" (1980). *Acta Oceanologica*. 3, 3, 339-346.

[5] Dietrich, J.C., S. Tanaka, J.J. Westerink, C.N. Dawson, R.A. Luetlich, Jr., M. Zijlema, L.H. Holthuijsen, J.M. Smith, L.G. Westerink, H.J. Westerink, "Performance of the Unstructured-Mesh, SWAN+ADCIRC Model in Computing Hurricane Waves and Surge," *Journal of Scientific Computing*, In Press, DOI 10.1007/s10915-011-9555-6, 2011.

[6] Environmental Modeling Center, 2003: The GFS Atmospheric Model. [NCEP Office Note 442](#), Global Climate and Weather Modeling Branch, EMC, Camp Springs, Maryland.

[7] Gaona, D., Portilla J., 2014. Elaboración de mallas computacionales para la implementación del Modelo ADCIRC en el Archipiélago de Galápagos. *Avances USFQ*. V6, N2- C63-C71. http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documents/volumen_6_numero_2/022_6_2_2014.pdf

[8] Holthuijsen, L.H., N. Booij and R.C. Ris, 1993, A spectral wave model for the coastal zone, *Proceedings 2nd International Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis*, New Orleans, Louisiana, July 25-28, 1993, New York, pp. 630-641.

[9] Luetlich, R.A., Jr., J.L. Hench, C.D. Williams, B.O. Blanton, F.E. Werner, 1998, Tidal circulation and larval transport through a barrier island inlet, *Estuarine and Coastal Modeling V*, M. Spaulding et al. [eds], ASCE, 849-863

[10] Mark A. Casteel and Joe R. Downing, 2013: How Individuals Process NWS Weather Warning Messages on Their Cell Phones. *Wea. Climate Soc.*, 5, 254-265. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/WCAS-D-12-00031.1>

[11] McCright A., Riley E. Dunlap, and Chenyang Xiao, 2014: Increasing Influence of Party Identification on Perceived Scientific Agreement and Support for Government Action on Climate Change in the United States, 2006-12. *Wea. Climate Soc.*, 6, 194-201. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00058.1>

[11a] Ochi, M.K., 2005. *Ocean Waves: The Stochastic Approach*, Cambridge Ocean Technology Series, Cambridge University Press, 332 pp. ISBN-13: 978-0521017671.

[12] Pavelsky, T.M. and L.C. Smith (2009). Remote sensing of suspended sediment concentration, flow velocity, and lake recharge in the Peace-Athabasca Delta, Canada, *Water Resources Research*, 45, W11417.

[13] Portilla J., J. Sosa, L. Cavaleri, 2013. Wave energy resources: Wave climate and exploitation. *Journal of Renewable energy*. 57, 594-605. doi: [10.1016/j.renene.2013.02.032](https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.02.032)

[14] Portilla J., Caicedo A., Padilla R., Cavaleri L., 2015. Spectral wave conditions in the Colombian Pacific Ocean. *Journal of Ocean Modelling* (accepted, in press).

[15] Portilla J., and Cavaleri L., 2015. On the specification of background errors for wave data assimilation systems. *Journal of Geophysical Research* (submitted)



--	--

7 Fechas de inicio y fin
<i>Inicio: 2016-02-01</i> <i>Fin: 2018-01-31</i>

8 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.						
8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.						
<table border="1"><thead><tr><th><i>Proyecto</i></th><th><i>Director</i></th><th><i>Colaboradores</i></th></tr></thead><tbody><tr><td><i>PIJ</i></td><td><i>20 HSS</i></td><td><i>10 HSS</i></td></tr></tbody></table>	<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>	<i>PIJ</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>
<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>				
<i>PIJ</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>				
8.2 Infraestructura y equipos <ul style="list-style-type: none">- HPC (High Performance Computer) Supercomputador MODEMAT- Sistema operacional de oleaje para el mar territorial- Modelo de oleaje regional (WaveWatchIII)- Modelo de oleaje costero (SWAN)- Modelo de circulación y mareas (ADCIRC)- Varios paquetes de software para procesamiento- 2 Workstations- Correntímetro- GPS- Base de datos modelo MERCATOR (marea global)- Base de datos EnviSat (oleaje global)- Base de datos ECMWF (meteorología y oleaje regional)- Base de datos GFS (meteorología global y cobertura de hielo en los polos)						
8.3 Breve justificación del equipo requerido <ul style="list-style-type: none">- Se requiere 4 sensores de presión para oleaje y marea para el monitoreo en sitio de las variables correspondientes a estos fenómenos para calibrar y validar los modelos numéricos. Incluyendo 4 cajetines de control y monitoreo- 2 laptops para trabajo en el campo- Servidor para almacenamiento de datos						
Los sensores de monitoreo son permanentes. Serán instalados en 4 puntos estratégicos a lo largo del muelle. Alimentados por batería y conexión eléctrica en tierra (a cajetines). La descarga de datos también será por tierra. Los registros principales son de oleaje y mareas. Las dos computadoras portátiles son para los trabajos en el campo. El servidor se utilizará para archivar los datos generados de oleaje y marea (para procesamiento y estadísticas)						
8.4 Fondos Adicionales <ul style="list-style-type: none">- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)						



9

Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)

- Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.
- Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país.
- En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos

Primer Año

Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>		
Subtotal	15,000	37%
2. Maquinaria y Equipos		
Subtotal	9,700	24%
3. Software y equipamiento informático		
Subtotal	2,700	7%
4. Literatura especializada		
Subtotal		
5. Viajes técnicos y de muestreo		
Subtotal	5,500	14%
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	7,100	18%
Subtotal		
TOTAL PRESUPUESTO año 1	40,000 + IVA	100


Segundo Año

1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	24,000	60%
2. Literatura Especializada	1,500	4%
3. Viajes técnicos y de muestreo	5,700	14%
4. Presentación de ponencias en congresos internacionales	6,600	17%
5. Gastos menores	2,200	5%



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

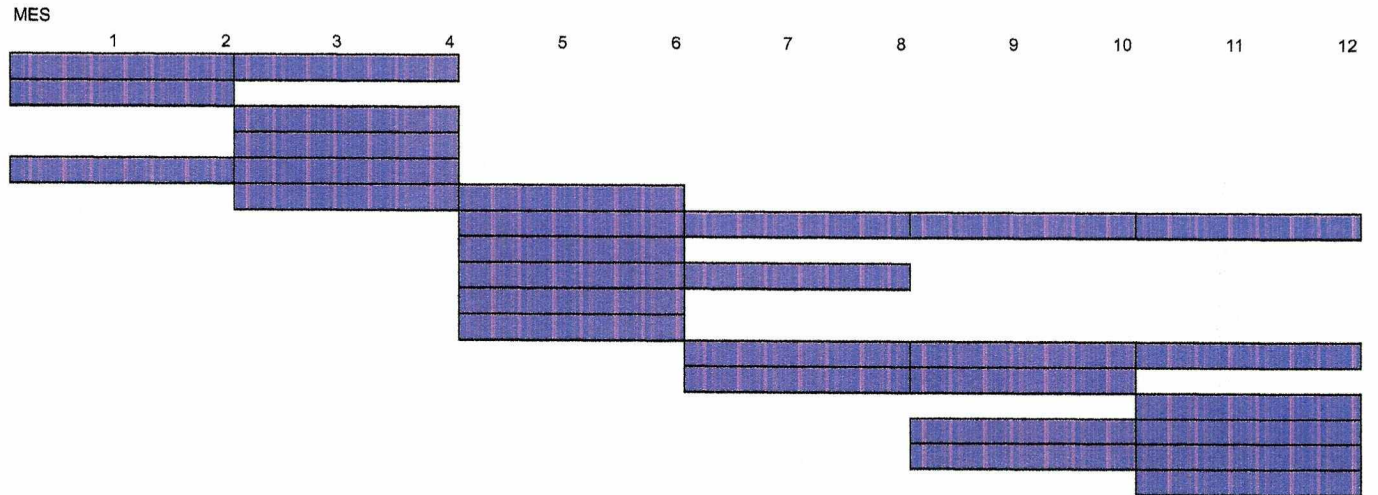
	TOTAL PRESUPUESTO año 2	40,000 + IVA	100
	El valor total del proyecto es	80,000	

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 23 de Agosto del 2015 Nombre: Jesús Portilla CC: 0401024021	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto al que pertenece el Director del Proyecto , en Sesión del mediante Resolución No. y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
_____ JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: CC:	_____ Lugar y fecha

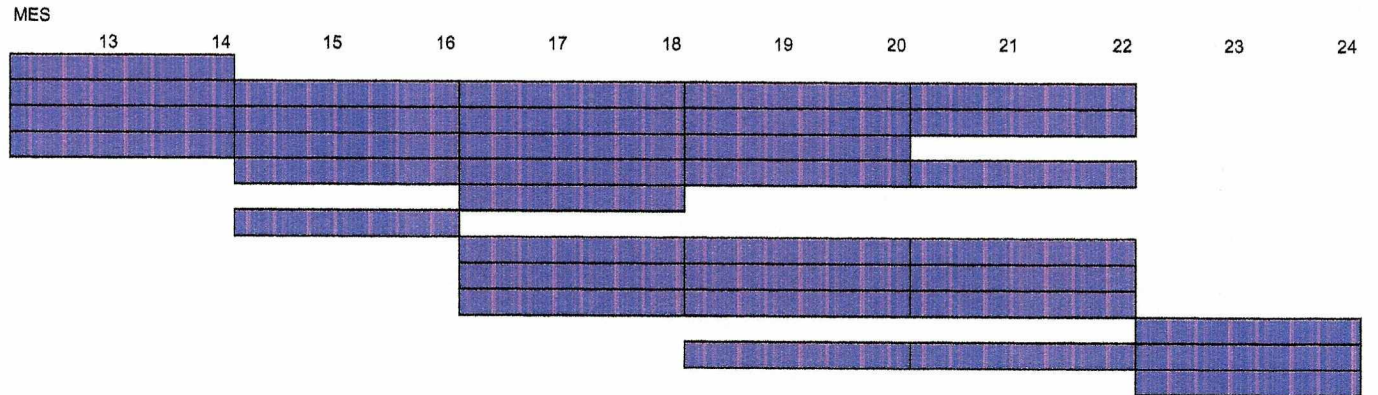
AÑO 1

- Recopilación y procesamiento de información existente
- Adquisición de proformas para equipos
- Kick-off meeting San Cristobal
- Adquisición de equipos
- Elaboración de mallas computacionales modelo SWAN
- Procesamiento de condiciones de contorno WaveWatchIII-SWAN
- Implementación del modelo de oleaje SWAN
- Curso ADCIRC
- Procesamiento de condiciones de contorno MERCATOR-ADCIRC
- Instalación de sensores
- Ponencia Congreso Internacional WISE 2016
- Implementación del modelo ADCIRC
- Recopilación de información satelital complementaria
- Taller de socialización y salida de campo
- Metodología para obtención de información hidrológica satelital
- Preparación artículo científico (implementación / verificación modelo de oleaje)
- Preparación artículo científico (implementación / verificación modelo de circulación)



AÑO 2

- Metodología para obtención de información hidrológica satelital
- Preparación artículo científico (implementación / verificación modelo de oleaje)
- Preparación artículo científico (implementación / verificación modelo de circulación)
- Verificación del modelo SWAN
- Verificación del modelo ADCIRC
- Ponencia Congreso Internacional WISE 2017
- Capacitación Asistente técnico San Cristobal
- Trabajo conjunto con actores de la comunidad y municipalidad
- Elaboración de material de información para la comunidad
- Elaboración de plan de contingencia para la municipalidad
- Ponencia Congreso Internacional Wave Forecasting and Hindcasting
- Preparación artículo científico (implementación del plan de contingencia)
- Taller de difusión y socialización





PRESUPUESTO PROYECTO JUNIOR 2015
PIJ-15-03

AÑO 1		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (USD \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	15000	37.5
2. Maquinaria y Equipos	9700	24.3
3. Reactivos y materiales de laboratorio	2700	6.8
4. Literatura especializada	0	0
5. Viajes técnicos y de muestreo	5500	13.8
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	7100	17.8
TOTAL AÑO 1	40000	100

AÑO 2		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (USD \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	24000	60
2. Maquinaria y Equipos	0	0
3. Reactivos y materiales de laboratorio	2200	5.5
4. Literatura especializada	1500	3.8
5. Viajes técnicos y de muestreo	5700	14.3
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	6600	16.5
TOTAL AÑO 2	40000	100
PRESUPUESTO TOTAL	80000	





ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Firma del Director del Proyecto	
Quito, 12 de Octubre del 2015 Nombre: JESÚS PORTILLA C.I.: 0401024021	 Firma del Director



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Departamento de Ing. Mecánica
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO PIJ-15-03



Período:

Año:

Director del Proyecto:

Nº	Actividad	Febrero				Marzo					Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto					Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre						
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Recopilación y procesamiento de información existente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																												
2	Adquisición de proformas para equipos	x	x	x	x																																													
3	Kick-off meeting San Cristobal																																																	
4	Adquisición de equipos																																																	
5	Elaboración de mallas computacionales modelo SWAN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																																
6	Procesamiento de condiciones de contorno WaveWatchIII-																																																	
7	Implementación del modelo de oleaje SWAN																																																	
8	Curso ADCIRC / Estadía ISMAR																																																	
9	Procesamiento de condiciones de contorno MERCATOR-AD																																																	
10	Instalación de sensores																																																	
11	Ponencias Congresos Internacionales Ocean Waves, WISE																																																	
12	Implementación del modelo ADCIRC																																																	
13	Recopilación de información satelital complementaria																																																	
14	Taller de socialización y salida de campo																																																	
15	Metodología para obtención de información hidrológica sa																																																	
16	Preparación artículo científico (implementación / verificación)																																																	
17	Preparación artículo científico (implementación / verificación)																																																	
18	Preparación artículos científicos con resultados intermedios	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
19																																																		
20																																																		

Jesús Portilla-Yandún

Nombre del Director del Proyecto
 Código del Proyecto PIJ-15-03