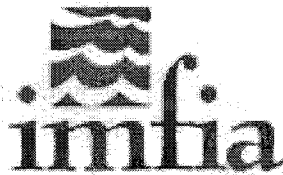


UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



[Signature]
Prof. Ing. María Simón
Decana
Facultad de Ingeniería

CONVENIO ESPECÍFICO
ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
Y
LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE PUERTOS
DENTRO DEL COVENIO MARCO UDELAR/FING/ANP

[Signature]
Dr. Roberto MARKARIAN
Rector
Universidad de la República

Estudios sobre niveles de marea en zonas portuarias del Uruguay

En la ciudad de Montevideo, el veinte de diciembre de dos mil dieciséis, comparecen **POR UNA PARTE:** La Administración Nacional de Puertos (en adelante ANP) representada por el Presidente de su Directorio Ing. Naval Alberto Díaz, asistido por la Secretaria General (I) Dra. Liliana Peirano, con domicilio en Rambla 25 de agosto de 1825 número 160 de esta ciudad, y **POR OTRA PARTE:** La Universidad de la República - Facultad de Ingeniería representada por su Rector Dr. Roberto Markarian y por la Decana Prof. Ing. María Simón, con domicilio en la calle 18 de julio 1968 de esta ciudad. -

[Signature]
ING. ALBERTO DÍAZ
Presidente
Administración Nacional de Puertos

[Signature]
Dra. LILIANA PEIRANO
Secretaria General (Interina)
Administración Nacional de Puertos

1. Objeto general

El objeto de esta actividad específica, es que la Universidad de la República a través del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (en adelante IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, asesore a la Administración

Nacional de Puertos (en adelante ANP) en estudios específicos relativos a la dinámica de marea en diversos Puertos de Uruguay. -

2. Objetivos particulares

La actividad comprende dos tipos de objetivos particulares:

1. Desarrollar y suministrar a ANP una herramienta para determinar, tanto en tiempo real como con desfase temporal, el nivel de agua en la zona del Canal de Acceso al Puerto de Montevideo en base a las medidas de los mareógrafos de Isla de Flores y del Puerto de Montevideo. -
2. Determinar el cero local de los Puertos de ANP en el Río Uruguay (Paysandú, Nueva Palmira, Fray Bentos, Colonia, Juan Lacaze) en base al análisis de mediciones de niveles históricas y resultados de modelación numérica. -

3. Representantes de las Partes

A los efectos del seguimiento del presente Convenio, la ANP designará una contraparte técnica integrada por un titular y un alterno. Asimismo el IMFIA designará un responsable técnico del estudio y un alterno. -

4. Metodología y resultados esperados

4.1- EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS MAREOGRAFOS AL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE MONTEVIDEO

A) Recopilación de información

La ANP suministrará los registros de niveles obtenidos con los mareógrafos ubicados en el Puerto de Montevideo y en Isla de Flores desde que los mismos han sido puestos en funcionamiento. Los datos serán analizados por el IMFIA y serán utilizados en el proceso de calibración y validación del modelo numéricos de base física descrito en B). Como resultado se obtendrán las series de datos

necesarias para calibrar y validar los modelos de tipo caja gris que se describen en C). -

Por otra parte, se definirá en conjunto con ANP la ubicación geográfica de los puntos del Canal de Acceso al Puerto de Montevideo donde interesa contar con información de nivel. -

B) Modelos de base física


Los modelos de base física son aquellos que resuelven las ecuaciones matemáticas que modelan los procesos físicos responsables del fenómeno de interés. En este caso se utilizará un modelo hidrodinámico que resuelve la circulación de agua en el Río de la Plata. -

Se utilizará el modelo numérico bidimensional RMA implementado y calibrado en la zona del Río de la Plata y Puerto de Montevideo para generar series de niveles en los puntos de interés del Canal de Acceso y en los mareógrafos. Se simulará el período de tiempo para el cual se cuenta con medidas en ambos mareógrafos. -


C) Modelos tipo caja gris

El término "caja gris" se refiere a un modelo que, dado un conjunto de señales temporales de entrada, produce otro conjunto de señales temporales de salida, usando para ello un algoritmo matemático conocido. Los parámetros de este algoritmo se calibran para que las series temporales de salida se comporten según lo esperado; esto es: que reproduzcan el comportamiento observado o medido. -

A diferencia de los modelos numéricos de base física, el algoritmo matemático incluido en un modelo tipo caja gris no busca representar la física de los procesos subyacentes, sino que busca caracterizar la relación entre las señales



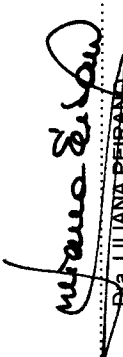
Prof. Ing. María Simón
Decana
Facultad de Ingeniería



Dr. Roberto MARKARIAN
Rector
Universidad de la República



Ing. ALBERTO DIAZ
Presidente
Administración Nacional de Puertos



Dra. LILIANA PERRANO
Secretaría General (Intérima)
Administración Nacional de Puertos

de entrada y salida en base a la experiencia empírica. Estos algoritmos pueden ser sencillos (e.g. regresión lineal múltiple) o de cierta complejidad (e.g. redes neuronales). -

Se explorarán distintos modelos de tipo caja gris, los cuales serán calibrados y validados utilizando los resultados del modelo de base física descrito en 3.2. -

Se seleccionarán los dos modelos de tipo caja gris que presenten el mejor desempeño para:

(1) trabajar en tiempo real y (2) trabajar con desfase temporal de algunos días.

Estos modelos serán transferidos a ANP. -

En caso de que ANP cuente con mediciones de nivel en un tercer punto los modelos podrán ser validados utilizando estos datos. -

D) Transferencia de resultados

Los dos modelos tipo caja gris de mejor desempeño seleccionados en C) serán “empaquetados” en una herramienta informática de forma de facilitar su transferencia a ANP. -

Según el grado de complejidad del modelo el mismo podrá ser transferido como una planilla de cálculo Excel o como un ejecutable de Windows. -

Esta herramienta tomará como entrada los datos de nivel de los mareógrafos de Montevideo e Isla de Flores y devolverá la estimación de los niveles en los puntos de interés a lo largo de la traza del canal de acceso al puerto de Montevideo. -

Se organizará un taller para explicar los fundamentos y el funcionamiento de la herramienta a los técnicos de ANP. -

El modelo empírico será entregado a la ANP, el mismo tendrá como datos de entrada los niveles en los mareógrafos y como salida los niveles en los puntos del Canal de Acceso. -

4.2- DETERMINACION DEL CERO LOCAL EN VARIOS PUERTOS DE URUGUAY

A) Recopilación de información

La ANP suministrará los registros históricos de niveles obtenidos en los puertos del Río Uruguay. Los datos serán depurados y analizados. Como resultado se tendrán datos confiables para ser analizados. -

Por otra parte, se deberá analizar en conjunto con ANP la información batimétrica existente para ser utilizada en un modelo bidimensional a ser implementado en la zona. Se podrá recomendar la realización de campañas batimétricas en zonas donde haya vacío de información. -

B) Modelación numérica

Se implementará y calibrará un modelo numérico bidimensional en la zona con el objetivo de generar series de niveles en los puertos del Río Uruguay para rellenar y validar información medida. -

C) Cero local

Se analizará la normativa existente para la definición del cero local. En base a la misma y utilizando los datos medidos y los datos del modelo numérico se propondrá para los puertos analizados el cero local. -

5. Duración del estudio

El estudio tendrá una duración total de doce meses, dividido en una primera etapa de cuatro meses más una segunda etapa de ocho meses, que se contarán a partir de que la ANP efectúe el primer pago referido en la cláusula

Prof. Ing. María Simón
Decana
Facultad de Ingeniería

Dr. Roberto MARKARIAN
Rector
Universidad de la República

Ing. ALBERTO DÍAZ
Presidente
Administración Nacional de Puertos

Dr. LILIANA PEREIRA
Secretaria General (Interina)
Administración Nacional de Puertos

siguiente. Al final de cada etapa se entregará un informe conteniendo los resultados y recomendaciones del estudio. -

Cronograma de entrega de Informes.

- Etapa 1, avance 1. A los cuatro meses de iniciado el estudio, se entregará un informe de avance que contendrá los resultados descriptos en el punto 4.1. -
- Etapa 2, avance 2. A los doce meses de iniciado el estudio, se entregará un informe que contendrá los resultados descriptos en el punto 4.2. -

6. Costo

El costo total del Convenio será de 1.140.000 \$ (un millón ciento cuarenta mil pesos) que la Administración Nacional de Puertos pagará a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Este importe se ajustará en el momento que se realice cada pago de acuerdo al índice de precios al consumo (IPC) a partir de la fecha de la firma del presente Convenio. -

7. Forma de pago

Al inicio del convenio la ANP depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería la suma de 348.000 \$ (trescientos cuarenta y ocho mil pesos) ajustados según el IPC. -

A la entrega del primer informe del convenio, que ocurrirá al cuarto mes de actividades, la ANP depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería la suma de 396.000 \$ (doscientos sesenta y cuatro mil pesos) ajustados según el IPC. -

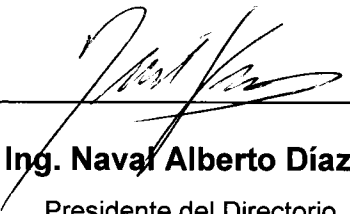
A la entrega del segundo informe del convenio, que ocurrirá al mes 12 de actividades, la ANP depositará en la cuenta que indique la Facultad de

Ingeniería la suma de 396.000 \$ (doscientos sesenta y cuatro mil pesos) ajustados según el IPC. -

8. Domicilios especiales y comunicaciones

Las partes constituyen domicilios especiales a todos los efectos del presente, los denunciados en la comparecencia y acuerdan que sea el telegrama colacionado y/o la carta con acuse de recibo el medio hábil de comunicación entre ellas. -

Para constancia y como prueba de conformidad, las partes firman 2 (dos) ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha arriba indicados. -




Ing. Naval Alberto Díaz
Presidente del Directorio
Administración Nacional de Puertos



Dr. Roberto Markarian
Rector
Universidad de la República



Dra. Liliana Peirano
Secretaria General (i)
Administración Nacional de Puertos



Prof. Ing. María Simon
Decana
Facultad de Ingeniería