

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
ARMADA NACIONAL  
SERVICIO DE OCEANOGRAFÍA HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA DE LA ARMADA



# CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE CORRIENTES DE MAREA

## OBSERVACIONES EN PUNTA DEL ESTE

**PUBLICACIÓN N° 14**

**1ª EDICIÓN 2021**



# **CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE CORRIENTES DE MAREA OBSERVACIONES EN PUNTA DEL ESTE**

**REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
ARMADA NACIONAL**



**PUBLICADO POR EL  
SERVICIO DE OCEANOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA  
DE LA ARMADA**

**1a EDICIÓN 2021**

**© 2021, SOHMA URUGUAY  
Todos los derechos reservados  
ISBN 978-9915-9371-5-1**

**Publicación  
N° 14**



## PRÓLOGO

Con la publicación **CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE CORRIENTES DE MAREA OBSERVACIONES EN PUNTA DEL ESTE**, el departamento de Oceanografía perteneciente al Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada (SOHMA), continúa con la tarea de informar y divulgar los conocimientos referentes a nuestras Aguas Jurisdiccionales.

Nuestra finalidad es proporcionar a los diversos actores relacionados con el tema, la información básica que puede ser de utilidad ya sea a navegantes, científicos, técnicos, gestores y estudiantes.

Proveemos un conocimiento actualizado hasta la fecha de los estudios de las corrientes de mareas frente a las costas de Punta del Este. Esta información deberá ser tomada como una herramienta más a aplicar en conjunto con información de monitoreo, para así contribuir a la comprensión de las corrientes generadas por la marea lo más eficazmente que sea posible.

Su uso, podrá ser de utilidad para aquellos navegantes que utilicen esta información para la navegación costera.

En esta publicación se indican valores de las corrientes de mareas referidos a la pleamar en el puerto de Punta del Este. Los cálculos fueron realizados con datos tomados entre los años 2013 y 2015 por este Servicio.

El trabajo de cálculo, su recopilación, armado y edición, ha sido realizado por el Magister José Eduardo Verocai, perteneciente a la División Física del Departamento de Oceanografía. La lectura crítica ha sido realizada por el Jefe del Departamento de Oceanografía CC (CG) Valeria Rodríguez y la señora AN (CG) Victoria YANG ROUCO.



Capitán de Navío (CG)

JOSÉ DOMINGUEZ

Jefe del Servicio de Oceanografía, Hidrografía  
y Meteorología de la Armada

Setiembre, 2021



## DESARROLLO

La División Física, del Departamento de Oceanografía, llevó a cabo un programa de observaciones correntográficas a los efectos de obtener información actualizada y de base para la elaboración de estudios locales y de esta manera contribuir con uno de los cometidos del SOHMA. Informar los conocimientos de las Ciencias del Mar, referente a nuestras aguas jurisdiccionales. Colaborando así a que la navegación en el ámbito marítimo sea realizada en forma segura.

## INTRODUCCIÓN

Junto al ascenso y descenso vertical del nivel de las aguas producidos por la onda de marea, hay movimientos horizontales o laterales llamados comúnmente corrientes de mareas. Estas corrientes son generadas por la acción de los astros y su origen es muy diferente al de las corrientes oceánicas (comúnmente generadas por los vientos o por circulación termohalina). En zonas cerradas, una corriente de marea es periódica y fluye durante unas 6 horas aguas arriba, o hacia la costa, en correspondencia con la marea alta; después se invierte y fluye, durante casi el mismo tiempo, en dirección contraria, y se corresponde con la marea baja. Durante el periodo de inversión, el agua se caracteriza por un estado de inmovilidad, o calma, llamado repunte de la marea.

Las direcciones e intensidades de la corriente que registran los equipos (ej. ADCPs) es el resultante de los agentes forzantes mencionados anteriormente (viento, presión, temperatura/salinidad y mareas). Estos forzantes contribuirán en mayor o menor porcentaje al movimiento de las aguas, según la profundidad a la cual se refiera. En el caso de las corrientes de mareas se manifestarán con mayor énfasis en zonas costeras, adelantándose, retrasándose, o cambiando de dirección de acuerdo a la configuración de la costa, descargas fluviales y topografía del fondo.

El objetivo primario de este trabajo fue separar la corriente de mareas de los registros de corrientes que grabó el equipo. Después de separadas el siguiente objetivo fue eliminar la corriente permanente dejando solamente la corriente de mareas para procesar. Para cumplir con estos cometidos se asumieron las hipótesis siguientes:

- 1) Que las diferencias de horas entre pleamar y bajamar son constantes en todo el período estudiado.
- 2) Que la velocidad de la corriente varía en respuesta a la amplitud de la marea.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la toma de datos se realizó la instalación de un correntómetro acústico ADCP en las cercanías de la desembocadura del Arroyo Maldonado (Punta del Este). Para dicho fin, el SOHMA contó con el apoyo de los buques ROU 21 y 22 ("SIRIUS" y "OYARVIDE") y personal del GRUBU. El sitio donde se registró la información fue: (Latitud: 34° 57.342 S, Longitud: 054° 54.750 W) (Figs. 1 a 5)

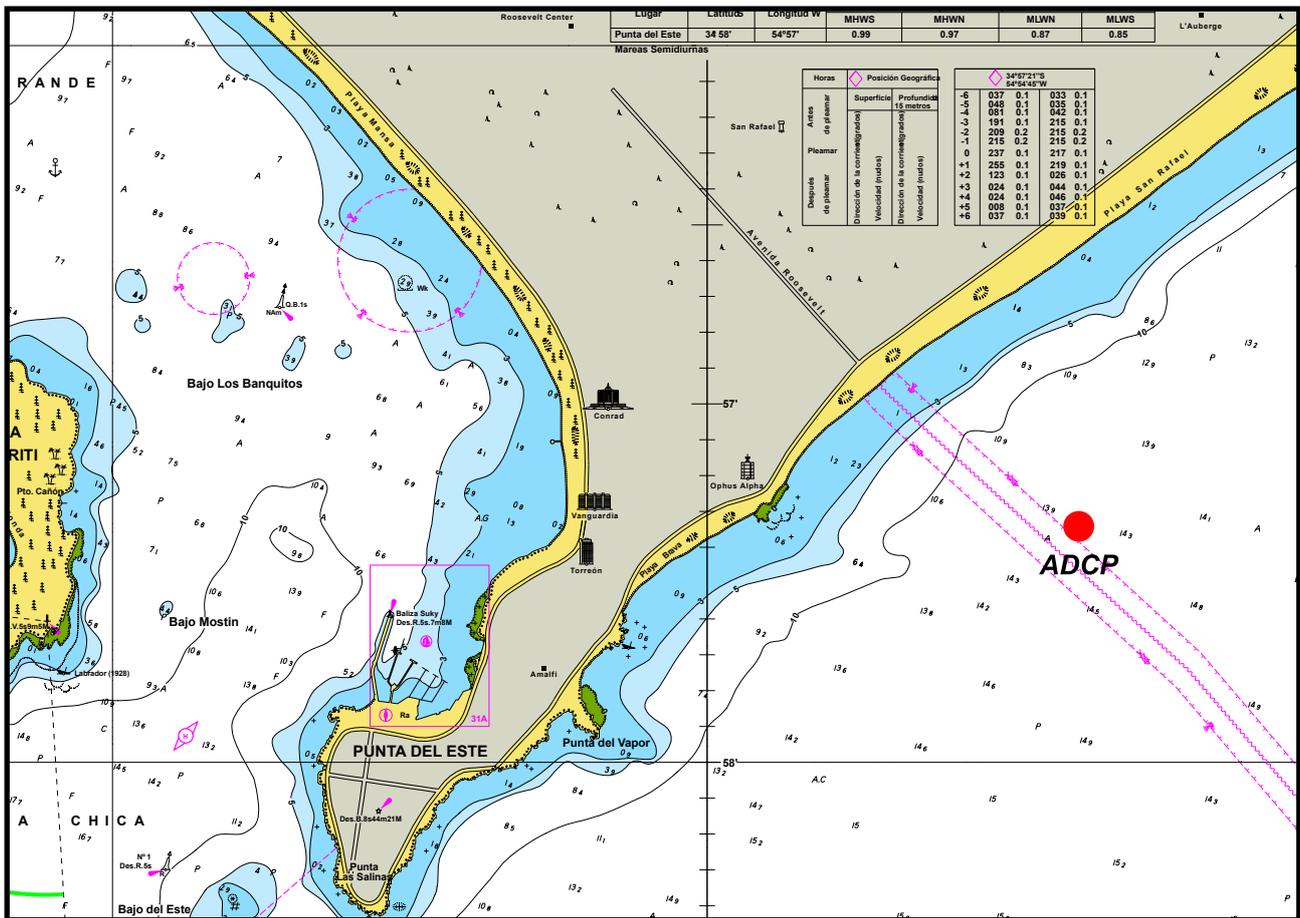


Figura 1. Porción de Carta 31 de la zona indicando la posición del ADCP (círculo rojo) con el que se colectaron los datos en proximidades de Punta del Este.



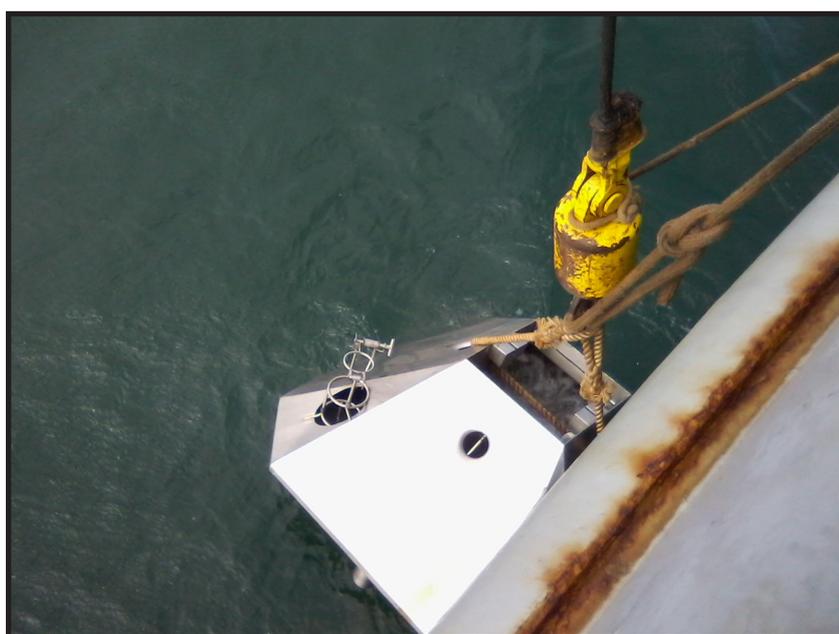
Figura 3a. ROU 21 "SIRIUS" de la Armada Nacional.



*Figura 3b. ROU 22 "OYARVIDE" de la Armada Nacional.*



*Figura 4. Correntómetro acústico ADCP dentro del canister sujetador, listo para ser colocado en la pirámide previo a su bajada.*



*Figura 5. ROU 21 "SIRIUS" realizando maniobras para el descenso de la pirámide que contendrá al ADCP.*

Los datos fueron recuperados (del ADCP) y procesados con los programas WinSC, WinAD-CP y Planilla de cálculo en la PC de escritorio de Oceanografía Física. Se utilizaron 6 meses de registro continuo correspondientes a 340 ciclos de mareas (NP) completos y 4228 horas.

De las 15 profundidades obtenidas por el equipo (luego de realizados el control de calidad a los datos) se trabajó con las celdas correspondientes a superficie, media agua y fondo, a los efectos de cumplir con el objetivo planteado. Los registros se efectuaron con intervalos de muestreo de 60 minutos. Las corrientes de marea se estimaron considerando como puerto patrón al más cercano a la estación de observación. En este caso el puerto patrón utilizado fue Punta del Este. Los datos registrados fueron ingresados a los sistemas de computación existentes y procesados de acuerdo a programas y algoritmos de cálculo estándar.

## RESULTADOS (corrientes registradas directamente del equipo)

El período de datos registrados confiables fue desde el 30/10/2013 al 24/04/2014. Se registraron datos cada 60 minutos de direcciones e intensidades de corrientes.

La distribución de frecuencias por sector de dirección mostró para el fondo y media agua (7 metros) una predominancia del sector OSO y SO mientras que a 4 metros de la superficie las direcciones predominantes fueron del sector SO. En superficie las frecuencias de direcciones predominantes fueron del O y un poco menores del OSO (Fig. 6).

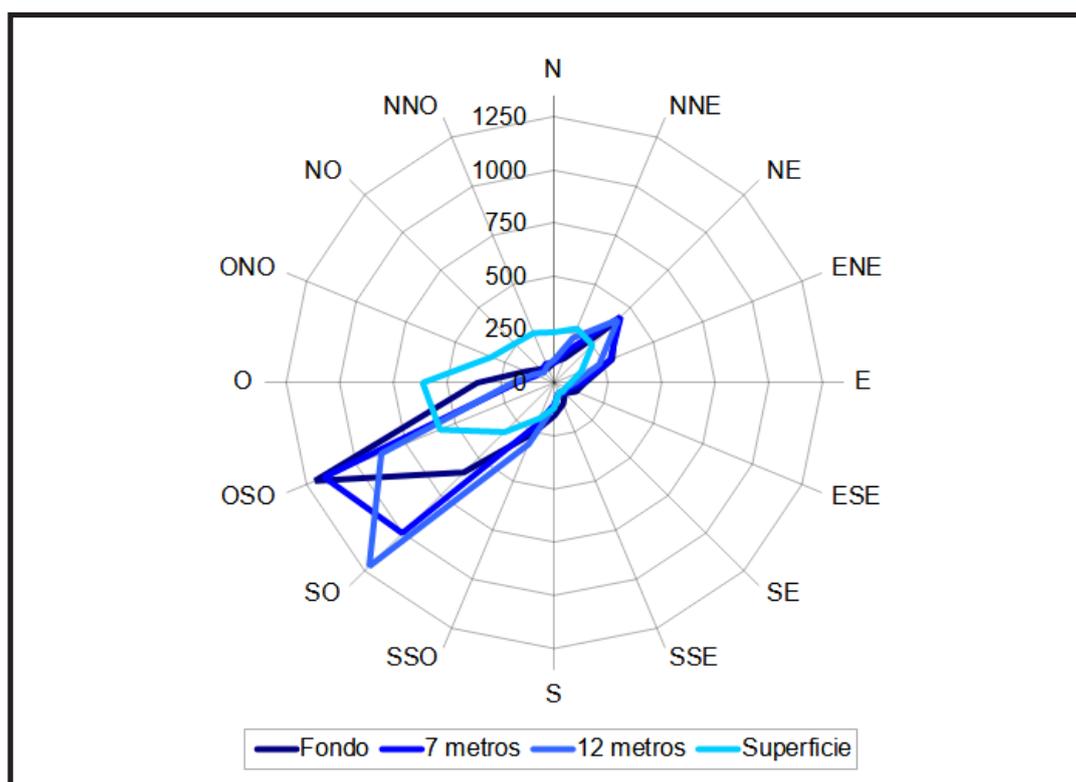


Figura 6. Distribución de frecuencias direccionales de los registros de corrientes en el sitio de muestreo (Punta del Este).

Las intensidades de corrientes totales presentaron un mínimo de 0.002 nudos (a 15 metros de profundidad) y un máximo de 3.108 nudos (en superficie).

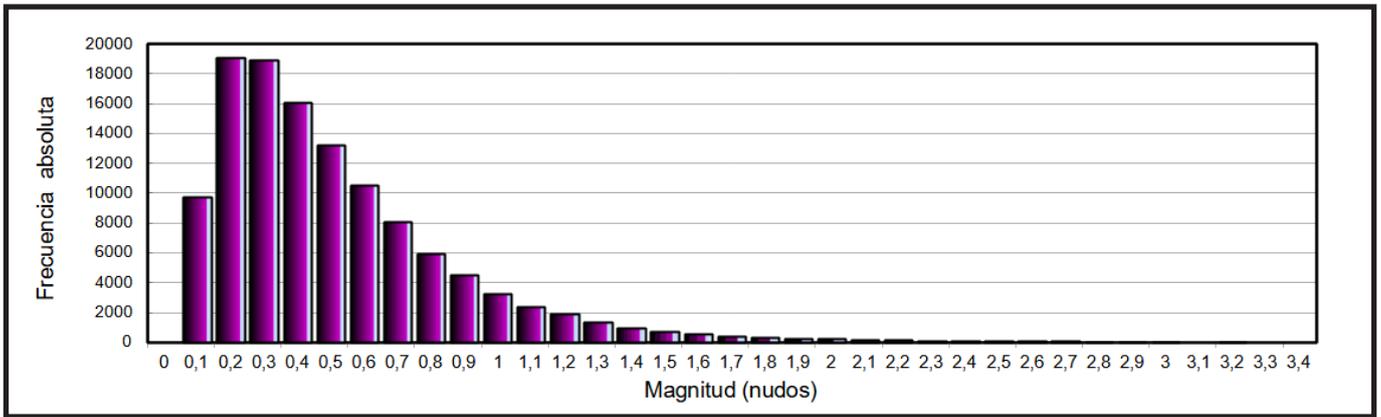


Figura 7. Distribución de frecuencias de intensidades de corrientes (en nudos) tomadas en el sitio de muestreo (Punta del Este).

La distribución de frecuencias totales tomando todas las profundidades muestreadas evidenció dos modas<sup>1</sup> (a 0.2 y 0.3 nudos). Luego se observó una disminución exponencial negativa de las velocidades hacia valores mayores. (Fig. 7). Cuando se separaron por profundidades se observó que estas intensidades no fueron homogéneas, en superficie se registraron las mayores intensidades, luego en media agua (7 metros) y luego en el fondo (15 metros) (Fig. 8).

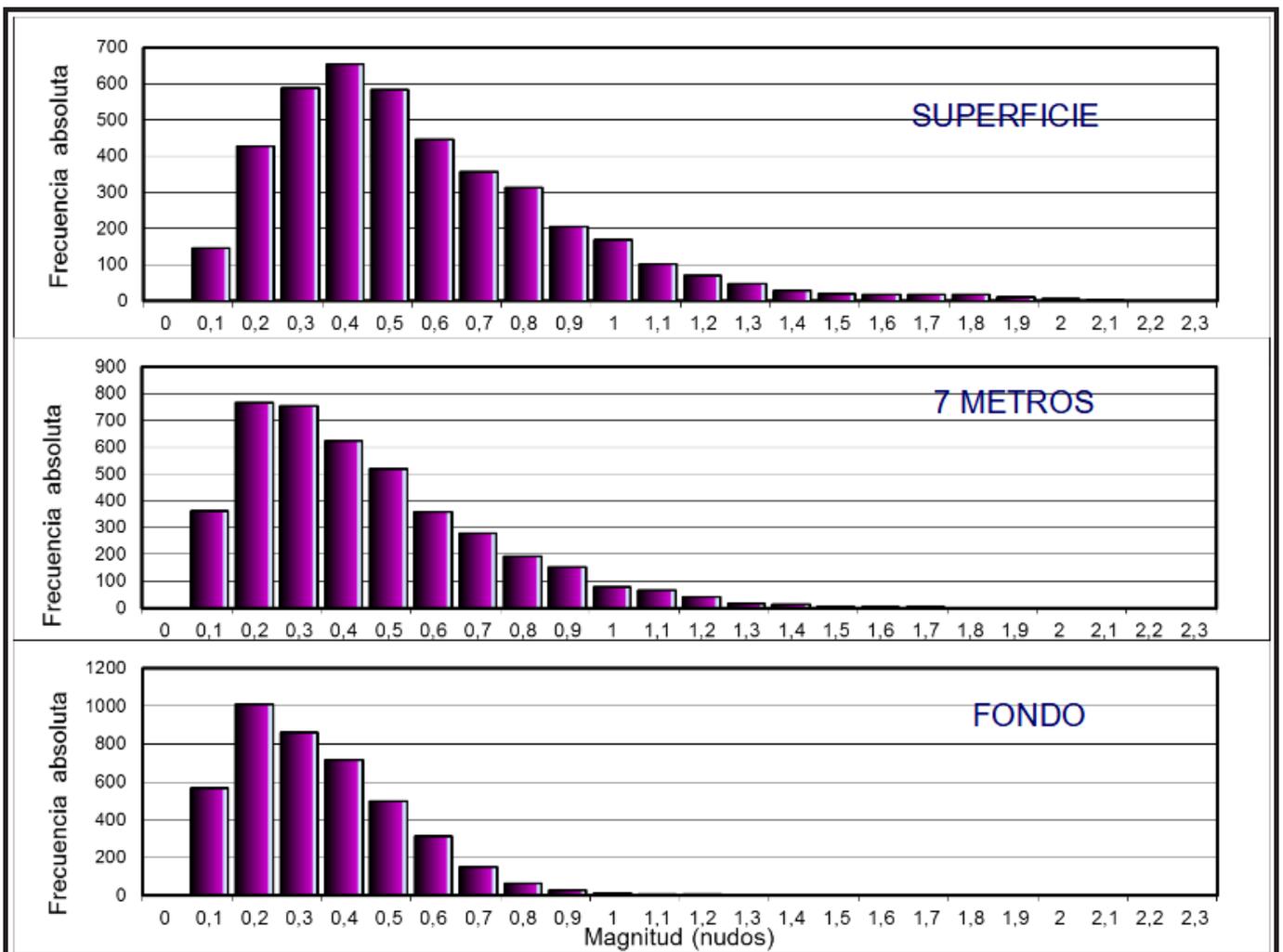


Figura 8. Distribución de frecuencias de intensidades de corrientes (en nudos) tomadas en superficie, media agua (7 metros) y fondo (15 metros).

<sup>1</sup> Moda: es el valor que aparece con mayor frecuencia en el conjunto de datos de estudio.

## RESULTADOS (cálculo de corrientes de mareas)

Las corrientes de mareas calculadas para la zona de estudio tuvieron valores mínimos de 0.014 nudos (fondo y a 4 horas antes de la pleamar en Punta del Este) y máximos de 0.174 nudos (fondo y a 2 horas antes de la pleamar en Punta del Este).

En la Tabla 1 se presentan los datos horarios de corrientes de mareas hallados en el presente trabajo (superficie y fondo) y los datos reportados en la publicación: “Contribución al estudio de corrientes de mareas, observaciones en José Ignacio”, elaborada por el SOHMA en 1980.

En nuestro trabajo las mayores velocidades de fondo se registraron 3, 2 y 1 hora antes de la pleamar en Punta del Este, por el contrario las menores velocidades se registraron 1, 2 y 3 horas después de la pleamar.

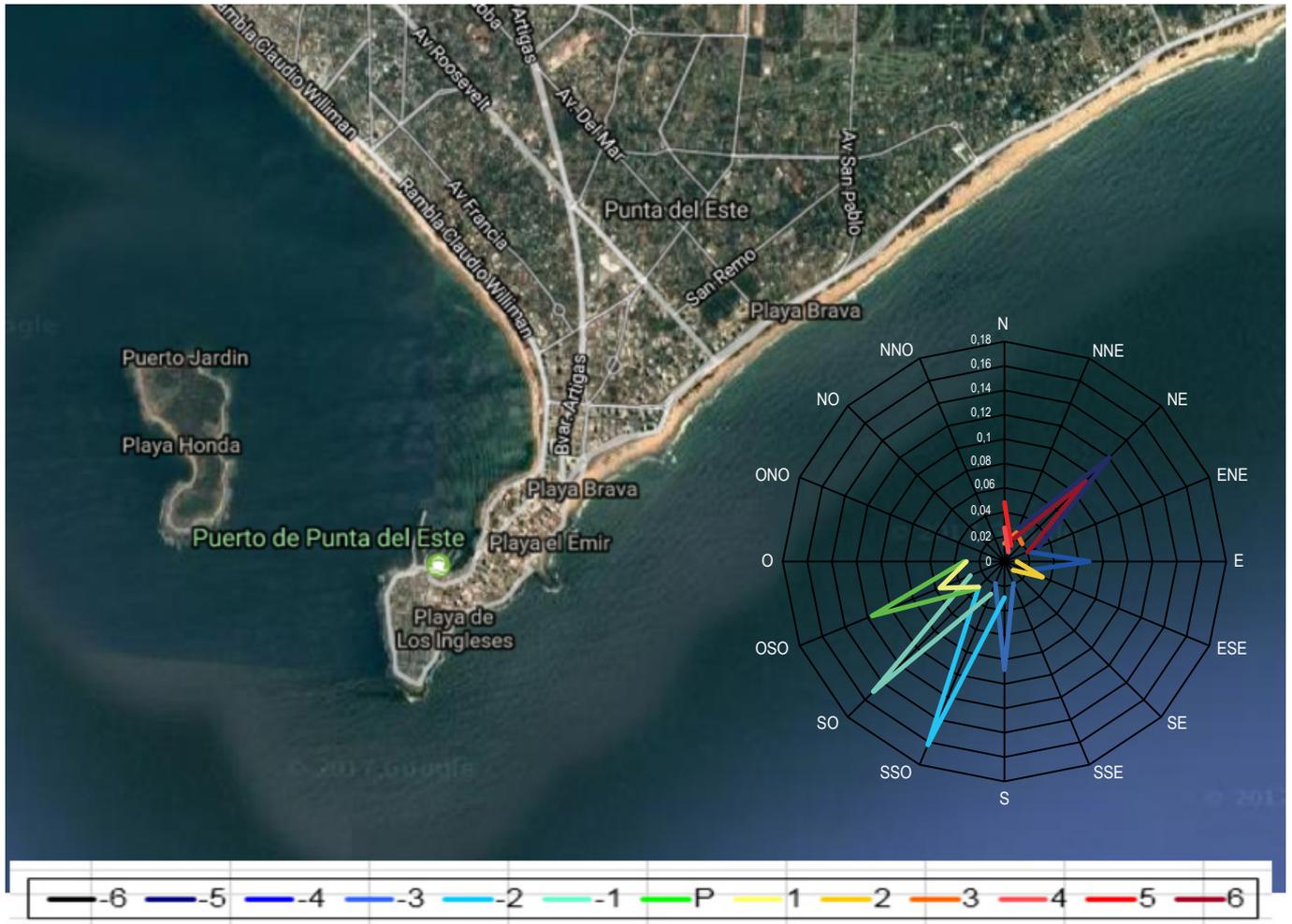


Figura 9. Imagen satelital de la costa de Punta del Este ubicando el diagrama de direcciones e intensidades de corrientes de marea calculados para superficie.

Tabla 1. Magnitud (en nudos) y Dirección de las corrientes de mareas calculadas en este trabajo (PE Sup = superficie, PE 15 m = fondo), y en el trabajo realizado en José Ignacio SOHMA, 1980 (JI Sup).

	MAGNITUD			DIRECCIÓN		
	PE 15 m	PE Sup	JI Sup	PE 15 m	PE Sup	JI Sup
-6	0,115	0,120	0,066	NNE	NE	ENE
-5	0,094	0,116	0,147	NE	NE	E
-4	0,014	0,068	0,161	NE	E	E
-3	0,105	0,088	0,143	SO	S	E
-2	0,174	0,162	0,073	SO	SSO	ENE
-1	0,151	0,151	0,033	SO	SO	ONO
Plea	0,079	0,117	0,157	SO	OSO	O
+1	0,019	0,057	0,173	SO	OSO	O
+2	0,019	0,032	0,116	NNE	ESE	O
+3	0,033	0,025	0,025	NE	NNE	OSO
+4	0,038	0,027	0,046	NE	N	SO
+5	0,061	0,049	0,048	NE	N	SSO
+6	0,095	0,093	0,06	NE	NE	NE

En superficie las mayores velocidades de corrientes se registraron 2 y 1 hora antes de la pleamar, mientras que las menores velocidades ocurrieron 2, 3 y 4 horas después de la pleamar. Las direcciones de las corrientes en el fondo (15 metros) presentaron componente SO 3 horas antes, durante y 1 hora después de la pleamar, mientras que 3 horas después de la pleamar y hasta 4 horas antes de la siguiente pleamar las direcciones fueron NE.

Las direcciones en superficie fueron más diversas, presentando componente SO y OSO una hora antes de la pleamar, durante la pleamar y hasta una hora después de la misma. Se observó un componente Este 4 horas antes de la pleamar, y netamente Sur 3 horas antes de la pleamar (Fig.9).

Comparando valores de intensidades de superficie y fondo del presente trabajo se constato que 2 y 3 horas antes y 3, 4, 5 y 6 horas después de la pleamar en Punta del Este las mayores velocidades ocurrieron en el fondo. También las menores velocidades de corrientes se registraron en el fondo (comparado con superficie) 1 y 2 horas después de la pleamar.

Las menores diferencias en magnitudes se observaron entre las corrientes de superficie calculadas en este trabajo y el trabajo SOHMA de 1980 con observaciones realizadas frente a José Ignacio. Existiendo las mayores diferencias con los datos de fondo (Tabla 2).

Tabla 2. Diferencias de las intensidades de las corrientes de marea (superficie y fondo) calculadas entre JI Y PE para cada estado de marea. En fondo verde se muestran las diferencias que sobrepasaron el límite establecido en la leyenda.

	Superficie Diferencias	Fondo Diferencias
-6	-0,054	-0,049
-5	0,031	0,053
-4	0,093	0,147
-3	0,055	0,038
-2	-0,089	-0,101
-1	-0,118	-0,118
Plea	0,040	0,078
+1	0,116	0,154
+2	0,084	0,097
+3	0,000	-0,008
+4	0,019	0,008
+5	-0,001	-0,013
+6	-0,033	-0,035

Publicación Contribución al estudio de corrientes en José Ignacio período 30 días (1976) vs Campaña de monitoreo SOHMA 180 días (2013-2014)

El nivel de diferencias tomado como límite fue de 0,1 nudo (5,44 cm/s)

Las mayores diferencias se encontraron en superficie 1 hora antes y 1 hora después de la pleamar en Punta del Este. Mientras que en el fondo las diferencias que pasaron el límite fijado fueron en las mismas horas que las diferencias de superficie + 2 y - 4 horas antes de la pleamar.

Con este trabajo se contribuye a reforzar los estudios de corrientes de mareas en las cercanías de Punta del Este, sitio en que hacía 40 años no había actualización de nueva data. La comparación con información histórica sumado a la coincidencia de los resultados encontrados nos hacen sugerir la incorporación de esta información en las actualizaciones de las futuras cartas náuticas para la zona.