

www.oag-fundacion.org

**ANÁLISIS DE LA CORRIENTE EN LA
BOCANA DEL PUERTO DE GRANADILLA**

OAG (2017). Análisis de la corriente en la bocana del puerto de Granadilla.- S/C de Tenerife:
Fundación Observatorio Ambiental Granadilla, OAG Rep_2017.2, 19 pp.
[Documento no publicado]

Análisis de la corriente en la bocana del puerto de Granadilla (Tenerife)

1. Introducción

A raíz de la terminación de las obras de abrigo del nuevo puerto industrial de Granadilla, en la costa sur de la isla de Tenerife, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife expresó al OAG su interés en conocer el comportamiento de las corrientes en la bocana del puerto con la idea de facilitar el trabajo a los prácticos encargado de dirigir las maniobras de entrada y salida de embarcaciones.



Figura 1. Perfilador SonTex ADP 500 Khz fondeado por fuera de la bocana del puerto. Estación TGr-43. Fondo de arena con comunidad de *Caulerpa*

Para obtener series temporales de corrientes a varias profundidades, el OAG instaló dos perfiladores acústicos a una profundidad aproximada de 30 m y se mantuvieron activos durante 51 días en el verano de 2017. Los perfiladores son de tipo doppler, modelo ADP 500 KHz de la casa SonTek, capaces de medir parámetros de la corriente a varias profundidades y de forma simultánea, quedando registrados en sus unidades de memoria.

2. Zona de estudio

La zona objeto de estudio es la bocana del puerto de Granadilla y el área inmediata exterior. Un perfilador se ubicó en la propia bocana, en su parte más saliente, en la estación TGr-42 con nombre ADP_Boc, y el otro en el exterior, a unos 250 m de distancia hacia el sur, en la estación TGr-43, con nombre ADP_Ext.



Figura 2. Ubicación de los perfiladores

Las coordenadas de las estaciones adquiridas mediante un GPS son:

TGr-42 (ADP Boc)

UTM (WGS 84):
353054,00 m E
3105491.00 m N

Geodésicas (WGS84):
Latitud: 28° 4'0.04"N
Longitud: 16° 29'43.28"W

TGr-43 (ADP Ext)

UTM (WGS84):
352964.00 m E
3105248.00 m N

Geodésicas (WGS84)
Latitud: 28° 3'52.11"N
Longitud: 16° 29'46.47"W

3. Metodología

3.1. Descripción del perfilador SonTec ADP

El ADP mide la velocidad del agua usando el efecto Doppler. El mismo transductor se utiliza como emisor y receptor, generando un pulso corto de sonido de una frecuencia conocida que se propaga por el agua. El transductor está diseñado para producir un lóbulo de sonido donde la mayor parte de la energía se concentra en un cono con una amplitud de dos grados. A medida que el sonido viaja por el agua, es reflejado en todas direcciones por el material particulado existente (sedimento, materia biológica, burbujas, etc.). Una parte de la energía reflejada viaja en la dirección del eje del transductor, donde es registrada, permitiendo que los componentes electrónicos midan el cambio en la frecuencia. Este cambio es proporcional a la velocidad de la corriente.

Las características técnicas y funcionamiento del ADP, se extraen del manual de SonTek:

- Rango de velocidades: ± 10 m/s
- Resolución: $\pm 0,1$ cm/s
- Exactitud: $\pm 1\%$ de la velocidad medida, $\pm 0,5$ cm/s
- Hasta 100 celdas programables.
- Tres transductores para medidas de corriente en 3D
- Sensor de temperatura
- Sensor de presión
- Brújula interna:
- Resolución: $0,1^\circ$ cabecero, balanceo e inclinación
- Exactitud: $\pm 2^\circ$ cabecero, $\pm 1^\circ$ balanceo e inclinación

La temperatura del agua es medida con una exactitud de $\pm 0,1^\circ\text{C}$ mediante un termistor montado dentro de la cabeza del transductor. Además, el ADP tiene instalado un sensor de presión de deformación con una exactitud de $\pm 0,1$ del fondo de escala.

Para calcular la velocidad del agua en tres dimensiones, el ADP utiliza tres transductores y combina las velocidades medidas y la orientación relativa de cada uno. Cada transductor genera un lóbulo que está orientado 25° del eje vertical, y espaciado a 120° en la horizontal recíprocamente con cada uno de los restantes. Cada lóbulo mide la proyección de la velocidad de la corriente en celdas a lo largo de su eje. El tamaño de celda y el número de ellas es seleccionado por el usuario (en nuestro caso 12 celdas, y desechamos luego las 4 más superficiales). El ADP combina los datos de las celdas de cada uno de los lóbulos para calcular la velocidad del agua en una capa de profundidad correspondiente a la localización de la celda (*Figura 3*).

Para calcular la velocidad en 3D para una capa dada en la columna de agua, el ADP utiliza datos de cada uno de los tres lóbulos acústicos a una determinada distancia del transductor. El ADP asume que el campo de flujo es uniforme en toda el área horizontal cubierta por esos tres lóbulos. El diámetro del área es igual a 0,93 veces la distancia vertical desde el ADP.

Cada transductor mide la velocidad a lo largo de su lóbulo, y es la proyección del vector de velocidad sobre el eje del lóbulo acústico.

Las velocidades de los lóbulos pueden convertirse en velocidades XYZ (o cartesianas) usando la orientación relativa de los lóbulos acústicos, dando el campo tridimensional de velocidades relativas a la orientación del ADP. Debido a que no siempre es posible controlar la orientación del ADP, éste incluye una brújula interna. El conocimiento de la orientación respecto al campo magnético terrestre, permite al ADP proporcionar los datos de velocidad tridimensional en coordenadas ENU (East-North-Up). Cuando se tienen las velocidades en coordenadas ENU, el ADP obtiene un vector medio de los datos de velocidad. De este modo, si la orientación del instrumento cambia durante el intervalo de promedio, los datos de velocidad aún reflejan la velocidad media verdadera. Si el ADP está configurado para proporcionar los datos de velocidad en coordenadas XYZ o respecto a los lóbulos, no reconoce cambios en su orientación durante el intervalo de promedio.

Todos los perfiladores de corriente tienen una región, inmediatamente en frente de los transductores, donde no pueden realizarse medidas porque los transductores se están recuperando electrónicamente del pulso transmitido y se preparan para recibir la señal de retorno. Esta región es llamada la región de sombra o blanking (

Figura 4), y es función de la frecuencia acústica del ADP (1 m para el ADP 500 kHz).

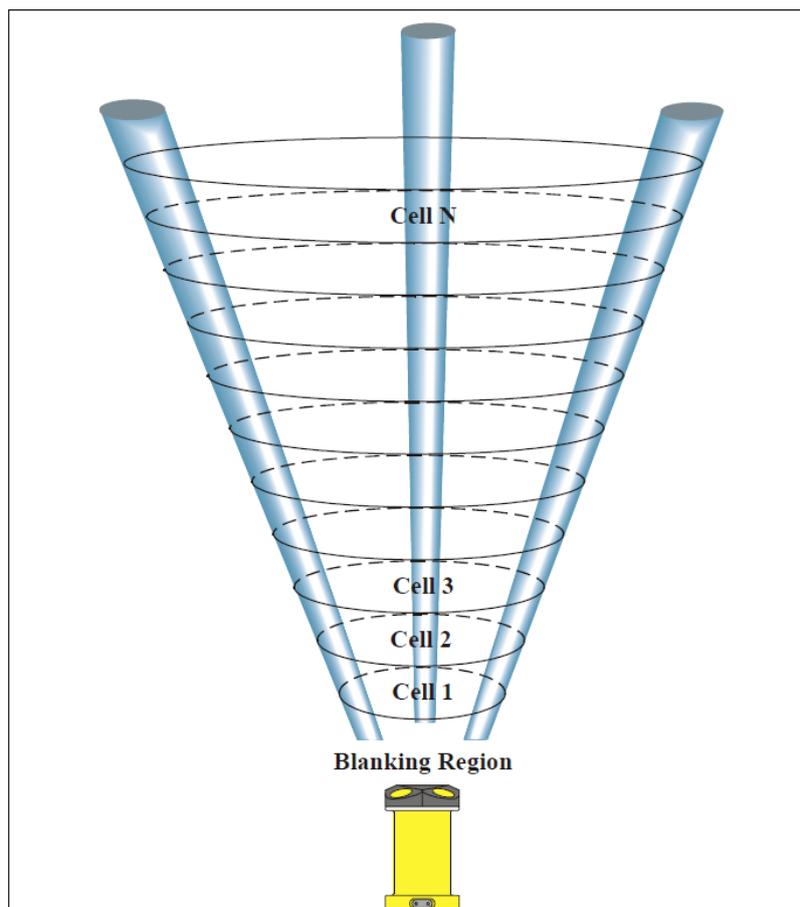


Figura 3. Estructuración en celdas de las medidas del ADP y región de sombra.

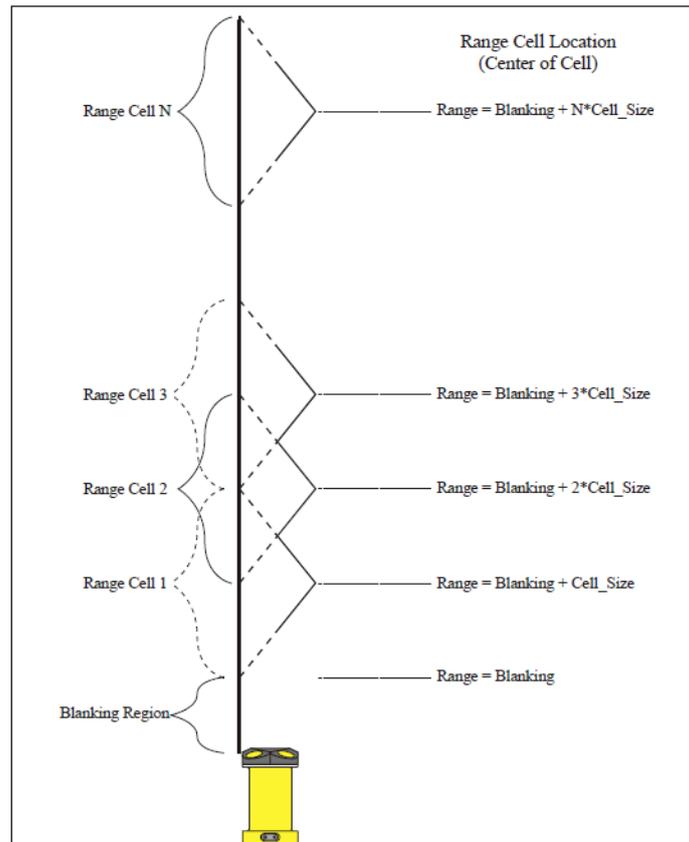


Figura 4. Rango de las distintas celdas.

Tras la región de sombra, una vez cada hora, el ADP promedia un número de estimaciones individuales de velocidades (*pings*) en intervalos de tiempo dependientes del tamaño de celda escogido (en nuestro caso 5 minutos), generando un registro denominado “perfil”. La verdadera resolución espacial del rango de celda se determina por la longitud del pulso acústico y la longitud de la ventana de recepción de la cual la señal de retorno es promediada.

El ADP obtiene nueve valores por cada celda: tres valores de la intensidad de la señal (uno por cada lóbulo acústico), tres valores de velocidad (uno para cada componente) y tres valores de desviación estándar (uno para cada componente). La intensidad de la señal y la desviación estándar se utilizan para determinar el rango efectivo del perfil del instrumento y para estimar la exactitud de las medidas de velocidad. La desviación estándar es una medida directa del error de la velocidad.

- **Intensidad de la señal:** Conciene a la señal acústica de retorno, que disminuye con la distancia al transductor debido a la dispersión geométrica y a la absorción del sonido. El máximo rango de perfil se determina mediante la distancia a la cual la intensidad de la señal se aproxima al nivel de ruido de fondo, o mediante el rango al cual el pulso acústico colisiona con la frontera (superficie y fondo).
- El máximo rango de perfil del ADP está determinado por la frecuencia acústica y la intensidad de la dispersión de retorno. Los valores de absorción son función de la frecuencia, salinidad y profundidad. El rango máximo del perfil del ADP 500 kHz es 70-120 m.

- **Desviación estándar:** La desviación estándar, tal y como la obtiene el ADP, muestra la variación de estas estimaciones en el rango de cada celda, y es función de la frecuencia acústica, del tamaño de la celda y del número de muestreos promediados para calcular el perfil medio de velocidades. El número de muestreos por perfil es simplemente el intervalo de promedio (en segundos) multiplicado por la tasa de ping (en muestras por segundo). La tasa de *ping* para el ADP está determinada por el tiempo de propagación de los pulsos acústicos.

3.2. Configuración de los perfiladores

Los perfiladores SonTek ADP 500 KHz se fonderon a unos 30 m de profundidad aproximadamente montados en una estructura lastrada que mantiene el equipo en posición vertical con los transductores orientados hacia la superficie (Figura 1). La estructura protege el equipo electrónico y la batería asociada.

Las labores de fondeo y recuperación de los perfiladores se realizaron desde la embarcación de la Fundación, el Avatar, con 8 m de eslora y equipada con GPS y sonda. Una vez fondeada, cada unidad fue inspeccionada por un buzo. Finalizado el trabajo, las estructuras se izaron a bordo mediante un globo.

Los perfiladores se programaron para generar datos de corriente promediados a 12 profundidades (12 celdas) entre las 09:20 del 18 de junio 2017 y las 10:20 del 9 de agosto de 2017 (un total de 1250 horas). El intervalo de muestreo se fijó en 60 minutos y el de promedio de perfiles en 5 minutos. Es decir, se han obtenido 1250 perfiles por celda, 1 perfil cada hora, y cada perfil es el resultado de promediar los datos durante 5 minutos. Después de realizar el filtrado de datos se desecharon un total de 30 perfiles, quedándonos finalmente con 1220 perfiles útiles para el procesamiento de los datos.

Las direcciones obtenidas por los perfiladores ADP refieren al norte magnético, por lo que han sido oportunamente corregidas con la declinación magnética para referirlas al norte verdadero.

Los datos promediados de corrientes corresponden a una configuración de 12 celdas de 3 m (total 35 m), la celda 1 es la más próxima al aparato (fondo) y la celda 12 la más próxima a superficie. Las celdas 9,10, 11 y 12 se han eliminado porque los datos están afectados por interferencias en la señal producidas cerca de la superficie. El cabezal del perfilador quedó instalado a 0.6 m del fondo y la distancia de sombra (*blanking*) es 1 m, luego el dato más próximo al equipo, celda 1, corresponde aproximadamente al intervalo entre 27-30 m de profundidad. El dato más próximo a superficie, celda 9, corresponde aproximadamente a los 3 primeros metros de columna de agua.

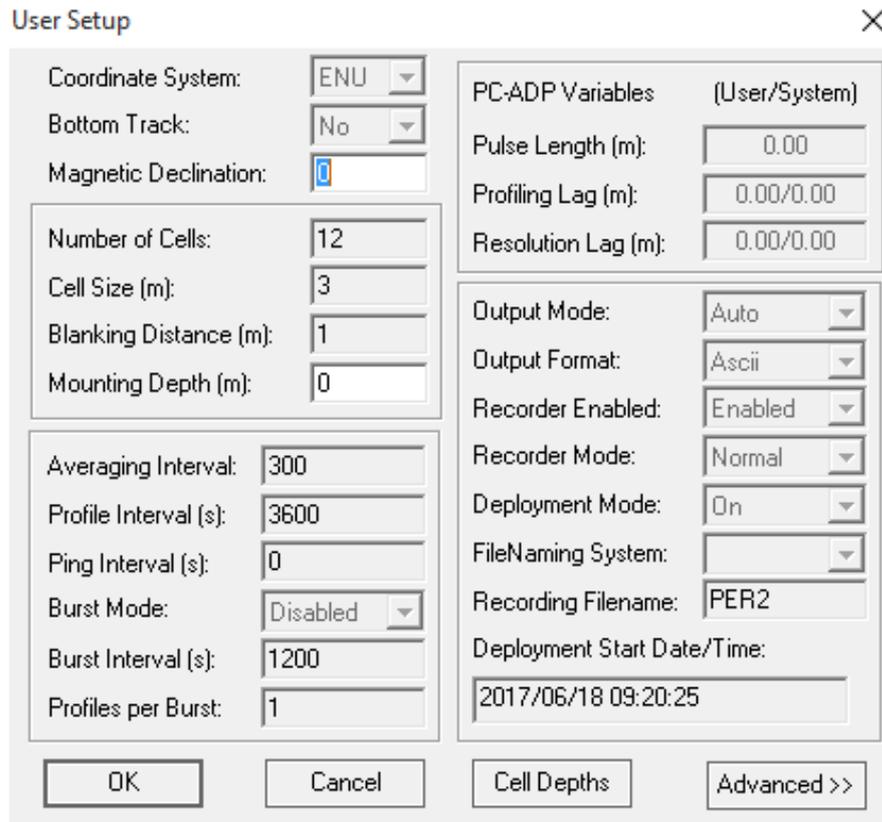


Figura 5. Planilla de configuración de los perfiladores

3.3. Cálculo del perfil hidrodinámico

El análisis general de la series temporales (ver resultados en el apartado 4.1) no reflejan en detalle el perfil hidrodinámico a lo largo de la columna de agua por lo que se aborda un análisis pormenorizado según las distintas capas. Éstas son: capa/celda sub-superficial (capa 8), capa/celda intermedia (capa 5) y capa/celda profunda (capa 1). Considerando que la estructura donde van colocados los perfiladores es de aproximadamente 0,4 m de altura y que la región de sombra o *blanking* (ver punto 3) es de 1 m de altura, se tiene que la zona efectiva de medición comienza aproximadamente a 1,4 m del fondo. Dado que el tamaño de cada celda es de 3 m, tenemos que la celda 1 se corresponde con el intervalo [1,5 - 4,5] m, la celda intermedia con el [16,5-19,5] m y la celda 8 con el [25,5- 28,5] m, siempre desde cabeza transductora de los ADP. La capa 8 es la capa límite donde el rango de marea no afecta a la toma de datos, por ello la hemos nombrado sub-superficial.

En este trabajo se ha dividido el dominio de orientaciones en 16 sectores de 22,5° cada uno, y el de velocidades en 8 intervalos: 0-10 cm/s, 10-20 cm/s, 20-30 cm/s, 30-40 cm/s, 40-50 cm/s, 50-60 cm/s, 60-70 cm/s y velocidades mayores de 70 cm/s.

4. Resultados

Se ha realizado una descripción de las series temporales de corrientes para cada uno de los perfiladores instalados, designados como ADP-Boc el instalado en la propia bocana y ADP-ext para el fondeado más hacia al exterior, a 250 m del otro.

4.1. Series temporales

Las corrientes medidas se representan mediante series temporales de velocidad y dirección, lo que facilita visualizar sus variaciones. Para cada perfilador, la figura superior muestra la variación de la velocidad (cm/s), y la inferior los cambios en la dirección (grados). En el eje *x* se representan los perfiles en secuencia temporal y en el eje *y* el rango en metros desde el ADP

BOCANA (TGr-42)

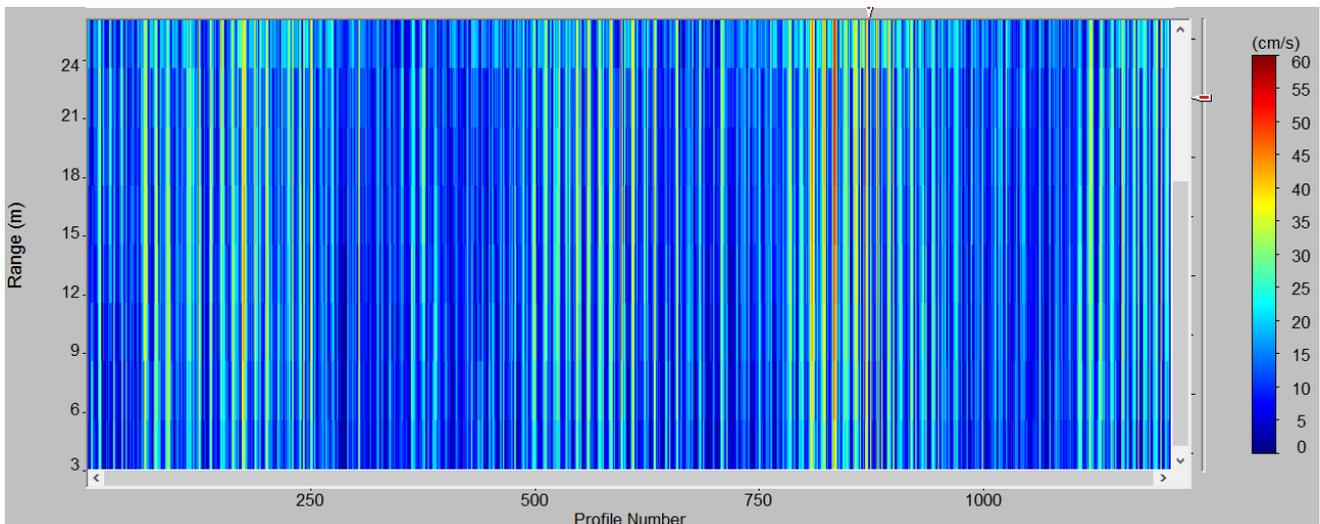


Figura 6. Evolución de la velocidad de la corriente en cm/s (18/06/2017- 09/08/2017), en la estación TGr-42

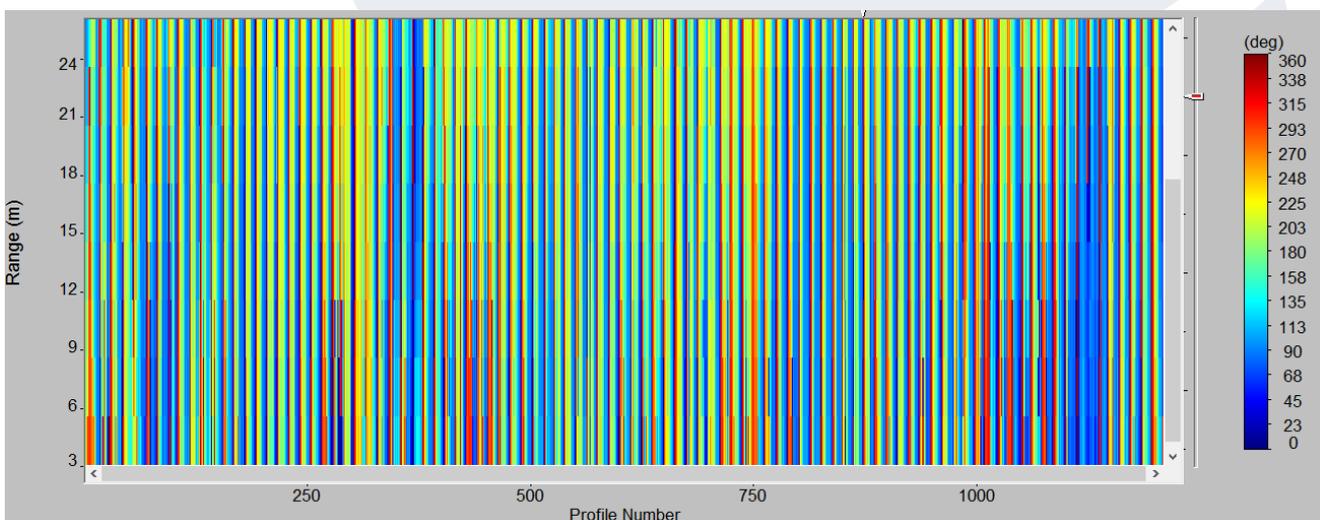


Figura 7. Evolución de la dirección de la corriente en grados (18/06/2017- 09/08/2017), en la estación TGr-42

EXTERIOR A LA BOCANA (TGr-43)

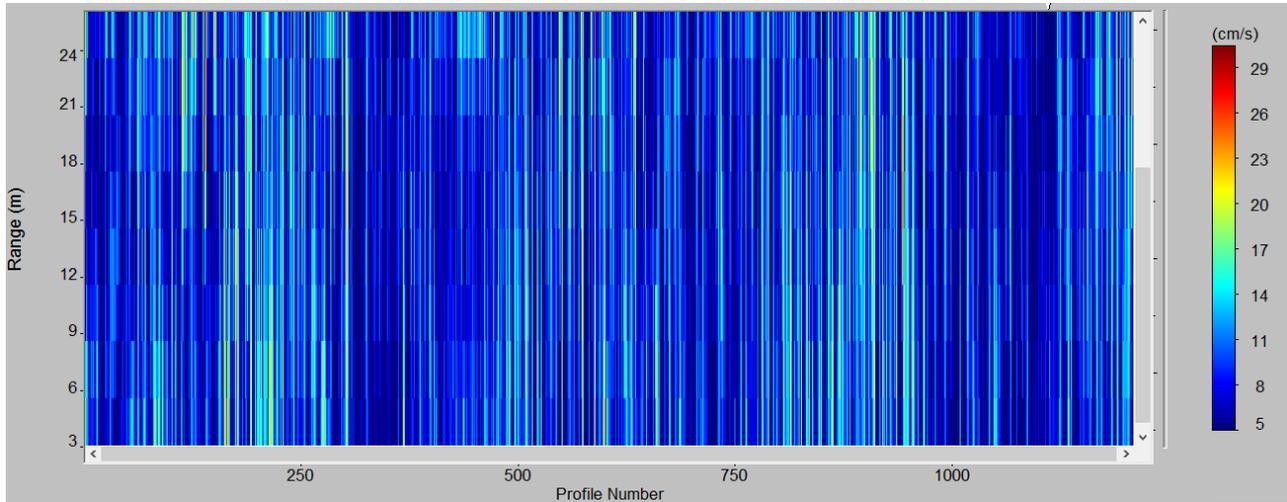


Figura 8. Evolución de la velocidad de la corriente en cm/s (18/06/2017- 09/08/2017), en la estación TGr-43

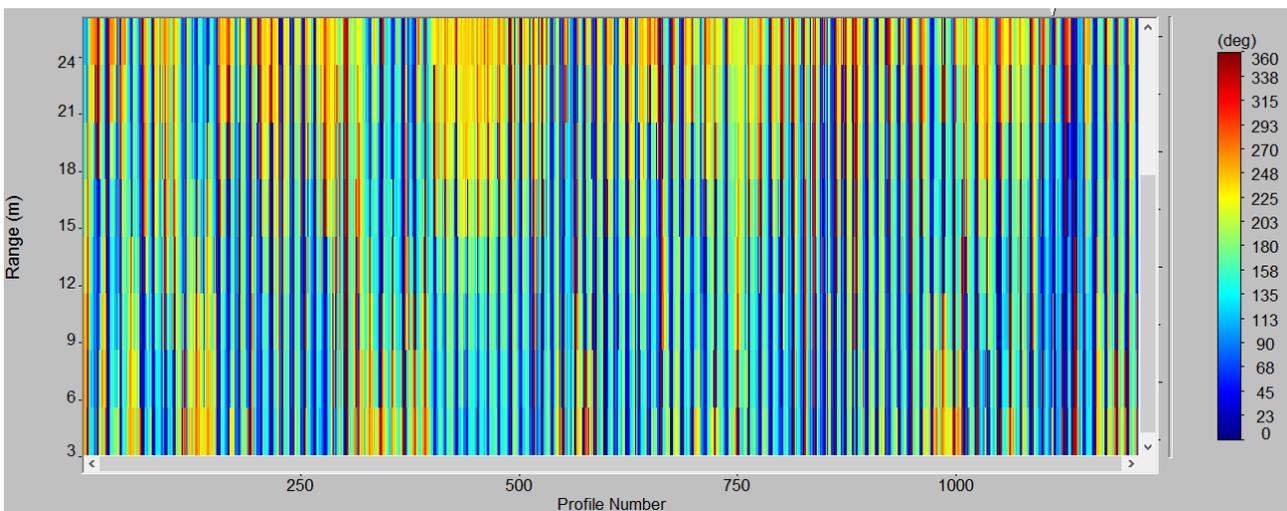


Figura 9. Evolución de la dirección de la corriente en grados (18/06/2017- 09/08/2017), en la estación TGr-43

Las tablas que siguen (Tabla 1 y Tabla 2) incluyen los estadísticos de las series de velocidad calculados para cada profundidad. Se indica el número de celda, la profundidad existente desde la superficie, la velocidad promedio (cm/s), la velocidad mínima (cm/s), la velocidad máxima (cm/s), el primer cuartil (cm/s), o valor que superan el 75% de los datos y el tercer cuartil (cm/s), o valor que superan el 25% de los datos.

Tabla 1 Estadísticos de las series de velocidades del ADP ubicado en la bocana (TGr-42)

Capas	Profundidad (m)	Vel (cm/s) promedio	Vel (cm/s) máximos	Vel (cm/s) mínimo	1 ^{er} Cuartil (cm/s)	3 ^{er} Cuartil (cm/s)
Celda 1	4	13,2	43,7	0,1	7,0	17,9
Celda 2	7	14,1	48,3	0,5	7,7	19,2
Celda 3	10	14,7	50,4	0,2	8,0	19,8
Celda 4	13	15,1	49,8	0,4	8,3	19,7
Celda 5	16	15,3	51,0	0,4	8,5	19,9
Celda 6	19	15,5	51,2	0,5	8,8	20,0
Celda 7	22	15,7	50,9	0,1	9,5	19,8
Celda 8	25	16,9	50,2	0,4	11,1	21,0

Tabla 2 Estadísticos de las series de velocidades del perfilador externo a la bocana (TGr-43)

Capas	Profundidad (m)	Vel (cm/s) promedio	Vel (cm/s) máximos	Vel (cm/s) mínimo	1er Cuartil (cm/s)	3 er Cuartil (cm/s)
Celda 1	4	8,1	26,3	0,1	4,8	10,9
Celda 2	7	8,2	30,0	0,0	4,9	11,0
Celda 3	10	8,2	27,5	0,1	5,2	10,7
Celda 4	13	8,0	24,0	0,3	5,0	10,5
Celda 5	16	7,9	23,9	0,3	4,9	10,4
Celda 6	19	8,0	25,9	0,2	5,1	10,3
Celda 7	22	8,3	28,8	0,2	5,4	10,6
Celda 8	25	8,6	30,0	0,1	5,5	11,3

4.2. Perfiles hidrodinámicos por capas

Con la información obtenida en los análisis anteriores se muestra el perfil hidrodinámico de la estación mediante tres gráficas de ‘rosa de corrientes’ para cada una de las capas seleccionadas: una con la serie completa, otra con los datos obtenidos en marea llenante y otra en marea vaciante. Las rosas de corriente muestran la distribución y frecuencia de las velocidades de la corriente en las diferentes direcciones. Estas direcciones señalan el rumbo de la corriente, al contrario que en las rosas de vientos (*windplots*), en donde indican el origen del viento.

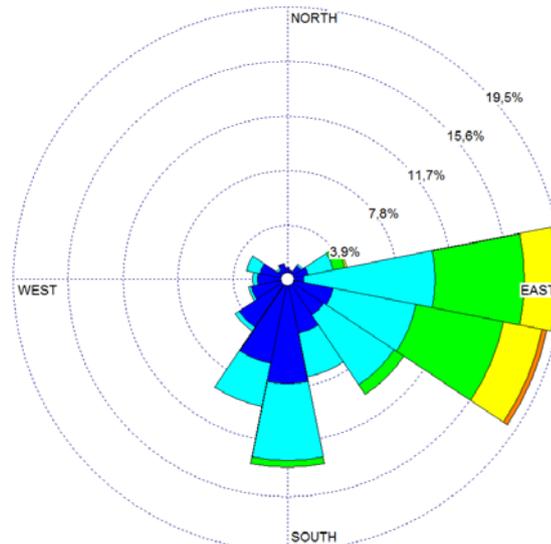
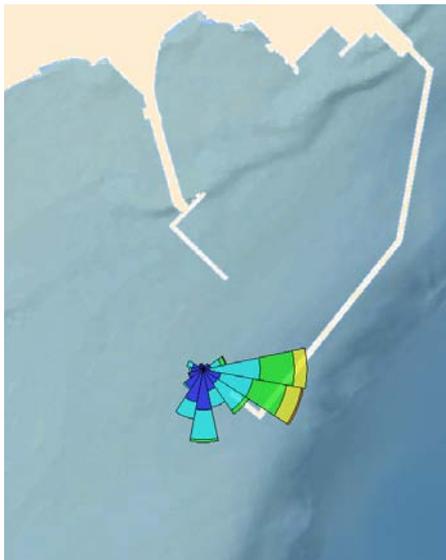
Los resultados obtenidos se presentan a continuación en forma de fichas en las que, para cada celda, se incluyen las rosas de corriente centrada sobre su respectiva estación, una tabla con la descripción estadística de la distribución de frecuencias relativas y el porcentaje de datos para cada intervalo de clase y dirección.

PERFILADOR EN BOCANA (TGR-42). CELDA 8 (SUB-SUPERFICIAL)

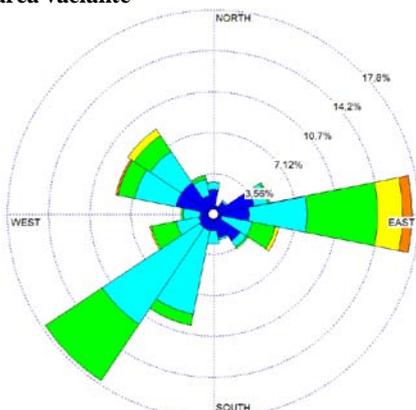
Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60- 70	>= 70	Total (%)
N	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NNE	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NE	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ENE	2	2	1	0	0	0	0	0	4
E	1	9	6	2	0	0	0	0	19
ESE	3	6	6	3	0	0	0	0	19
SE	3	6	1	0	0	0	0	0	10
SSE	4	3	0	0	0	0	0	0	7
S	8	6	1	0	0	0	0	0	13
SSW	6	3	0	0	0	0	0	0	9
SW	4	0	0	0	0	0	0	0	4
WSW	3	0	0	0	0	0	0	0	3
W	2	0	0	0	0	0	0	0	2
WNW	2	1	0	0	0	0	0	0	3
NW	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NNW	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Sub-Total	42	37	15	5	0	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									100

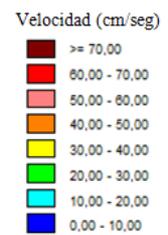
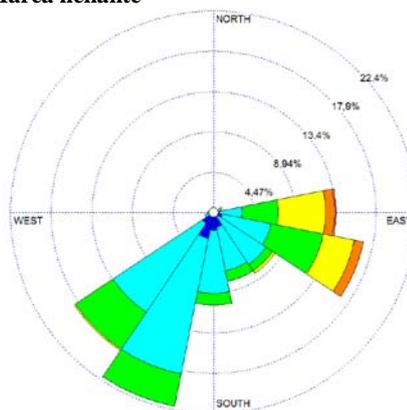
Rosa de dirección e intensidad. Todos los datos



Marea vaciante



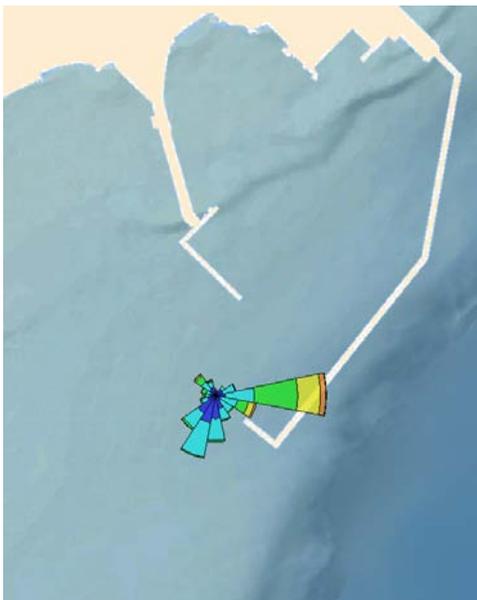
Marea llanante



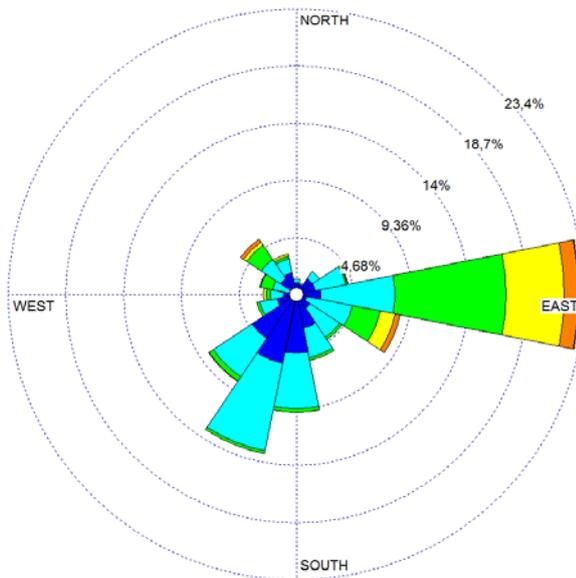
PERFILADOR EN BOCANA (TGR-42). CELDA 5 (INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

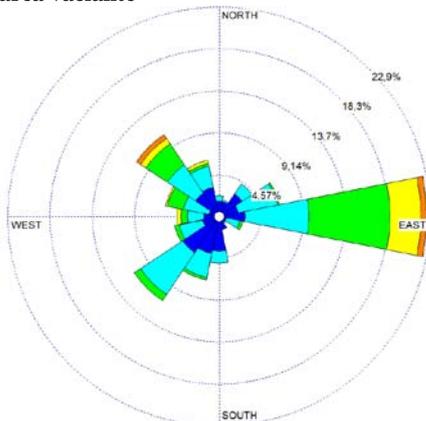
Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60- 70	>= 70	Total (%)
N	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NNE	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NE	2	1	0	0	0	0	0	0	2
ENE	2	3	0	0	0	0	0	0	4
E	2	6	9	5	1	0	0	0	23
ESE	1	4	2	1	0	0	0	0	9
SE	1	3	0	0	0	0	0	0	4
SSE	3	3	0	0	0	0	0	0	6
S	5	5	0	0	0	0	0	0	10
SSW	6	7	0	0	0	0	0	0	13
SW	4	4	0	0	0	0	0	0	9
WSW	2	1	0	0	0	0	0	0	3
W	1	1	0	0	0	0	0	0	3
WNW	1	1	1	0	0	0	0	0	3
NW	2	2	1	0	0	0	0	0	5
NNW	2	1	0	0	0	0	0	0	3
Sub-Total	34	41	16	7	2	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									100



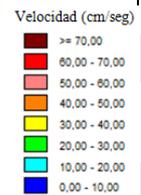
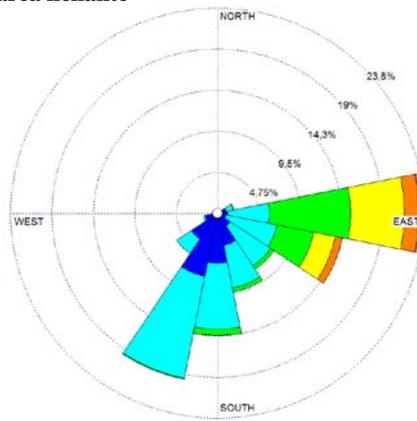
Rosa de dirección e intensidad. Todos los datos



Marea vaciante



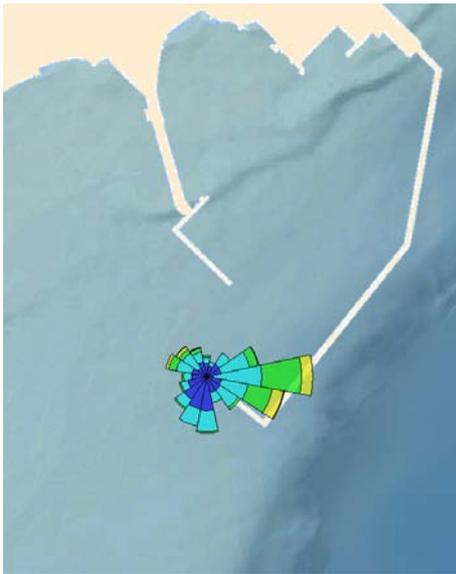
Marea llanante



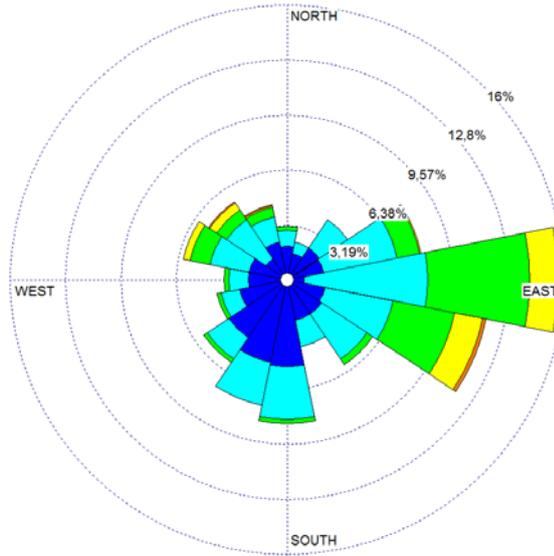
PERFILADOR EN BOCANA (TGR-42). CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

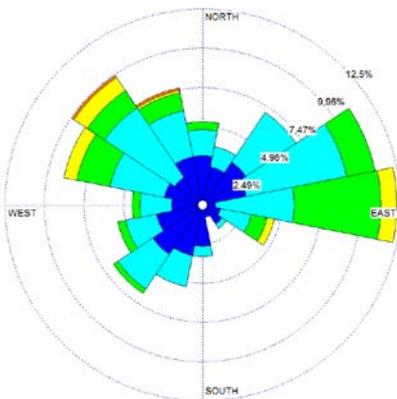
Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60- 70	>= 70	Total (%)
N	2	1	0	0	0	0	0	0	3
NNE	2	1	0	0	0	0	0	0	2
NE	2	2	0	0	0	0	0	0	4
ENE	2	4	1	0	0	0	0	0	8
E	1	7	6	2	0	0	0	0	16
ESE	2	4	4	2	0	0	0	0	12
SE	2	3	0	0	0	0	0	0	6
SSE	2	2	0	0	0	0	0	0	4
S	5	3	0	0	0	0	0	0	8
SSW	5	3	0	0	0	0	0	0	7
SW	4	2	0	0	0	0	0	0	6
WSW	3	1	0	0	0	0	0	0	4
W	2	1	0	0	0	0	0	0	4
WNW	2	2	1	0	0	0	0	0	6
NW	2	3	1	1	0	0	0	0	5
NNW	2	2	1	0	0	0	0	0	4
Sub-Total	41	40	15	4	0	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									100



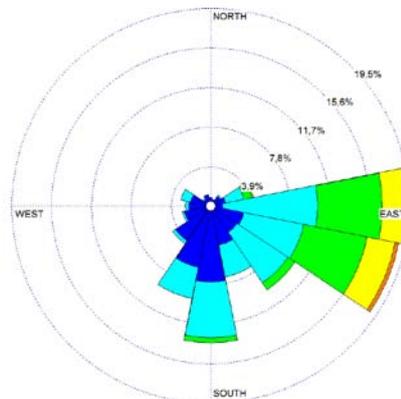
Rosa de dirección e intensidad. Todos los datos



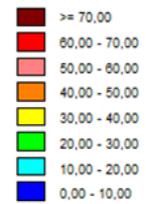
Marea vaciante



Marea llanante



Velocidad (cm/seg)

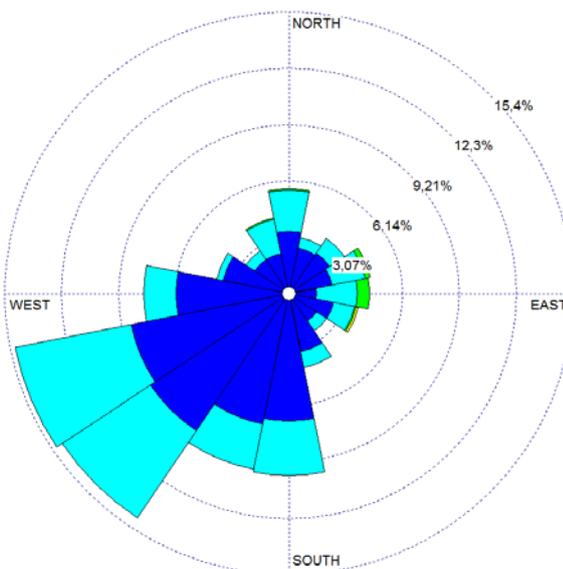
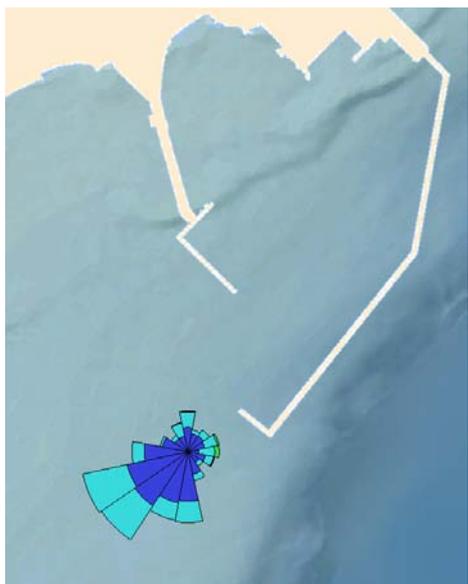


PERFILADOR EN EL EXTERIOR (TGR-43). CELDA 8 (SUB-SUPERFICIAL)

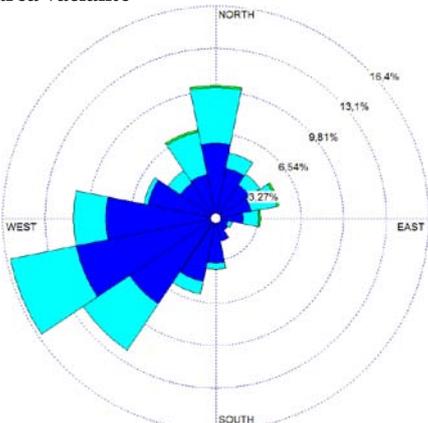
Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	>= 70	Total (%)
N	3	2	0	0	0	0	0	0	6
NNE	3	1	0	0	0	0	0	0	3
NE	3	1	0	0	0	0	0	0	4
ENE	2	2	0	0	0	0	0	0	4
E	1	2	1	0	0	0	0	0	4
ESE	2	1	0	0	0	0	0	0	4
SE	2	1	0	0	0	0	0	0	2
SSE	3	1	0	0	0	0	0	0	4
S	7	3	0	0	0	0	0	0	10
SSW	7	2	0	0	0	0	0	0	10
SW	9	6	0	0	0	0	0	0	15
WSW	9	6	0	0	0	0	0	0	15
W	6	2	0	0	0	0	0	0	8
WNW	4	0	0	0	0	0	0	0	4
NW	2	1	0	0	0	0	0	0	3
NNW	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Sub-Total	66	33	1	0	0	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									100

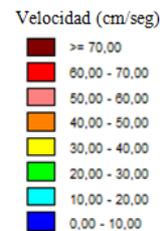
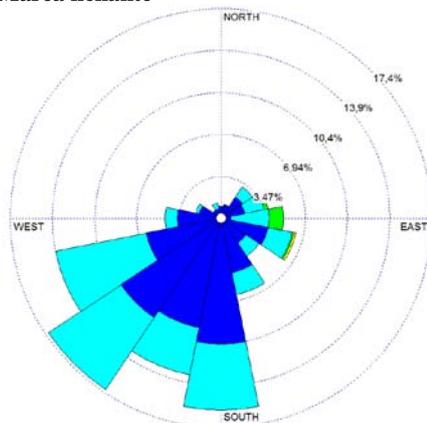
Rosa de dirección e intensidad. Todos los datos



Marea vaciante



Marea llenante



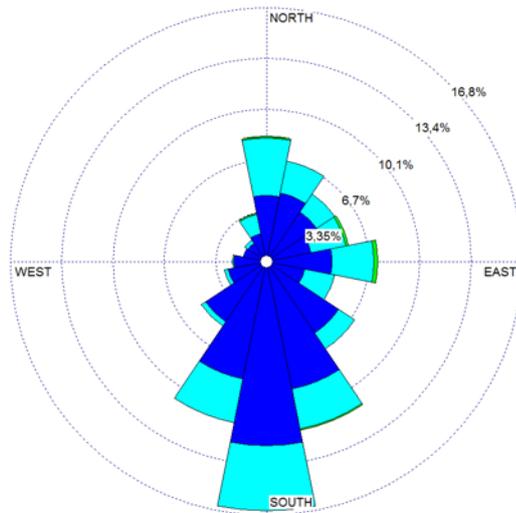
PERFILADOR EN EL EXTERIOR (TGR-43). CELDA 5 (INTERMEDIA)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

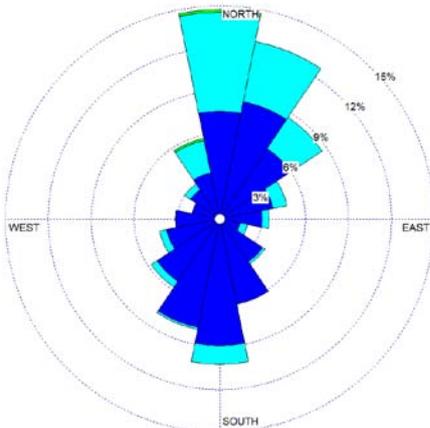
Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	>= 70	Total (%)
N	4	4	0	0	0	0	0	0	8
NNE	5	2	0	0	0	0	0	0	7
NE	4	1	0	0	0	0	0	0	5
ENE	3	2	0	0	0	0	0	0	5
E	4	3	0	0	0	0	0	0	7
ESE	3	2	0	0	0	0	0	0	5
SE	6	1	0	0	0	0	0	0	7
SSE	9	3	0	0	0	0	0	0	11
S	12	4	0	0	0	0	0	0	16
SSW	8	3	0	0	0	0	0	0	11
SW	5	0	0	0	0	0	0	0	5
WSW	3	0	0	0	0	0	0	0	3
W	2	0	0	0	0	0	0	0	2
WNW	2	0	0	0	0	0	0	0	2
NW	1	0	0	0	0	0	0	0	2
NNW	2	1	0	0	0	0	0	0	3
Sub-Total	72	28	1	0	0	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									100



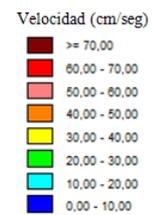
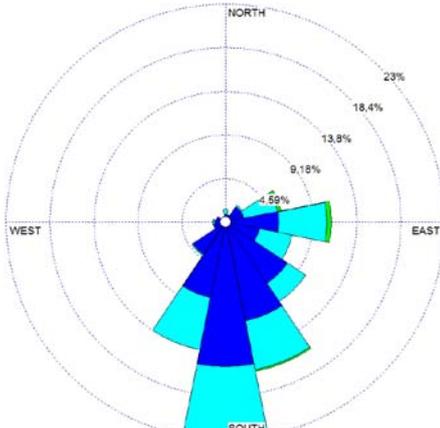
Rosa de dirección e intensidad. Todos los datos



Marea vaciante



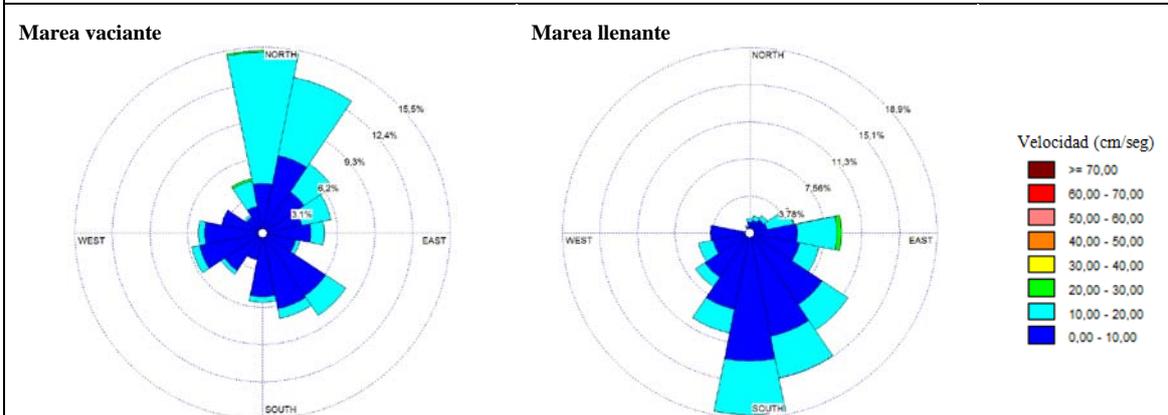
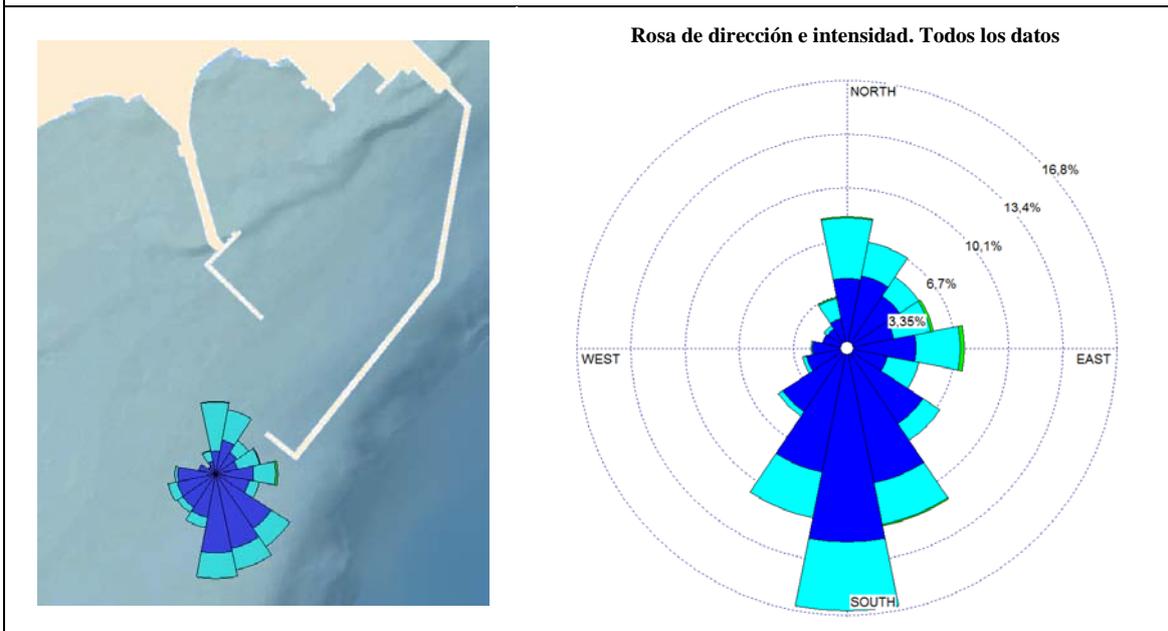
Marea llanante



GRÁFICOS ADP-EXTERIOR A LA BOCANA. CELDA 1 (FONDO)

Frecuencia de aparición (%) de las direcciones de la corriente en total de datos registrados

Dirección / (Cm/s)	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	>= 70	Total (%)
N	3	6	0	0	0	0	0	0	8
NNE	4	4	0	0	0	0	0	0	8
NE	3	2	0	0	0	0	0	0	5
ENE	3	3	0	0	0	0	0	0	5
E	4	3	0	0	0	0	0	0	7
ESE	4	1	0	0	0	0	0	0	5
SE	8	3	0	0	0	0	0	0	10
SSE	9	3	0	0	0	0	0	0	11
S	9	3	0	0	0	0	0	0	12
SSW	5	1	0	0	0	0	0	0	6
SW	5	1	0	0	0	0	0	0	5
WSW	5	1	0	0	0	0	0	0	6
W	4	0	0	0	0	0	0	0	5
WNW	2	0	0	0	0	0	0	0	2
NW	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NNW	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Sub-Total	69	30	0	0	0	0	0	0	100
Incompletos/perdidos									0
Total									0
Total									100



5. Resumen

Se han obtenido en el puerto de Granadilla series temporales de corrientes entre -1 m y -28 m de profundidad mediante dos perfiladores doppler fondeados desde el 18 de junio hasta el 9 de agosto de 2017, uno en la bocana del puerto y otro por fuera de ella, frente al martillo del dique de abrigo exterior. Se obtuvieron 1220 perfiles por estación.

- En general, se observa un comportamiento bastante homogéneo en las corrientes, con ligero aumento de la intensidad desde el fondo hacia la superficie en la estación de la bocana (3,71 cm/s), y muy poco en la estación exterior (0,6 cm/s).
- Las corrientes más intensas se presentan con mayor frecuencia en las direcciones E en la bocana del puerto y en la dirección S y WSW por fuera de ella.
- Se han medido incrementos de velocidad en toda la columna de agua, con velocidades máximas de hasta 51 cm/s, en la bocana del puerto, y de 30 cm/s por fuera de ella.
- Las velocidades medias observadas en la bocana varían entre 13,17 cm/s en el fondo y 16,88 cm/s en superficie, y por fuera de la bocana entre 7,9 cm/s en el fondo y 8,5 cm/s en superficie (menor diferencia)
- Las velocidades máximas obtenidas fueron en la bocana entre 43,7 cm/s en el fondo y 51,2 cm/s en superficie, y por fuera de la bocana entre 23,9 cm/s en el fondo y 30 cm/s en la superficie.
- El cambio de orientación de las mareas es más notorio en la capa intermedia y de fondo, y más en la estación exterior que en la bocana.
- Las corrientes con intensidades entre 0 y 20 cm/s son las más frecuentes.

Tabla 3. Resumen de velocidades y direcciones más frecuentes

Nivel de medición	Profundidad	TGr-42 (Bocana)		TGr-43 (Exterior)	
		Dirección	Velocidad	Dirección	Velocidad
Celda sub-superficial	1-4 m	E (19,10%)	0-10 cm/s (42%)	WSW (15,02%)	1-10 cm/s (66%)
Celda intermedia	10-13 m	E (22,95%)	10-20 cm/s (41%)	SW (14,7%)	1-10 cm/s (72%)
Celda de fondo	25-28 m	E (15,60%)	0-20 cm/s (40%)	S (12,13%)	1-10 cm/s (69%)

En Santa Cruz de Tenerife, a 7 de Septiembre de 2017

VºBº

Victor Barrios Padilla
Unidad Técnica

Dr. Antonio Machado Carrillo
Director del OAG