

# INFORME DE CORRIENTES EULERIANAS

Península Barros Arana, al Este de Punta Obstrucción  
Comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza  
Región de Magallanes y Antártica Chilena

AUSTRALIS MAR S.A.

ELABORADO POR:



BUIN 367 – PUERTO MONTT

+56-65-2752179

[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)

[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)

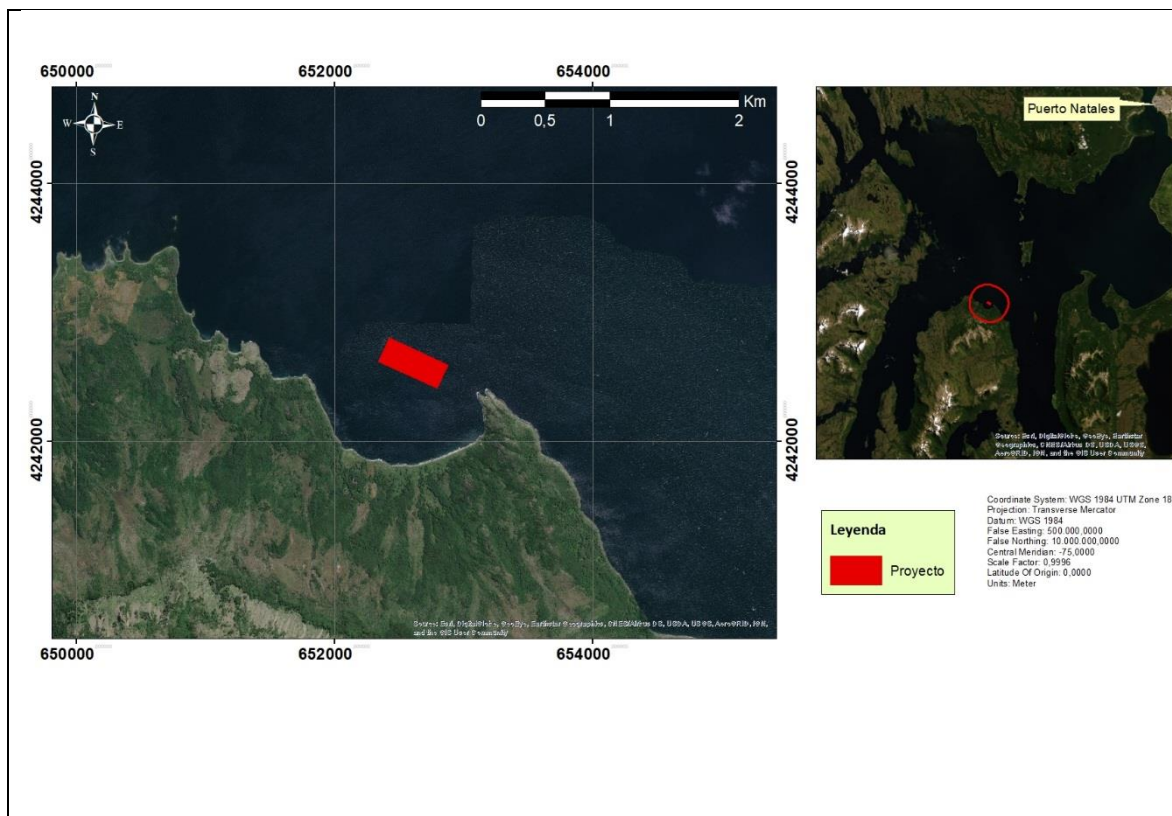
Puerto Montt, Julio 2019.

## 1. INTRODUCCIÓN

A requerimiento del Titular del proyecto "Ampliación de Biomasa Centro de Cultivo de Salmones Punta Obstrucción, código de Centro 120147", se presenta a continuación el informe de corrientes como parte constitutiva de la Caracterización Preliminar de Sitio de la concesión de acuicultura, cuyo documento es necesario para el otorgamiento del Permiso Ambiental Sectorial N° 116 del DS MMA N° 40/12.

La empresa Australis Mar S.A. ha solicitado a Ecosistema Limitada la medición de corrientes eulerianas en su centro de cultivo Punta Obstrucción, Código de Centro 120147, ubicado en Península Barros Arana, al Este de Punta Obstrucción, comuna de Natales, provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y Antártica Chilena. La concesión corresponde a una porción de agua y fondo de mar de 10 Hás.

El estudio de corrientes se ha llevado a cabo en conformidad a la metodología descrita en el numeral 22 de la Resolución Exenta (SUBPESCA) N° 3612/2009 y sus modificaciones (figura 1).



**Figura 1: Ubicación sector Península Barros Arana, al Este de Punta Obstrucción.**

## 2. METODOLOGÍA

Para obtener los registros de velocidad y dirección de la corriente se utilizó un equipo ADCP marca Nortek, modelo Continental de 190 KHz, que se programó para obtener mediciones cada 10 minutos. El equipo fue fondeado en un sector de profundidad de 26 metros, referido al NRS, situado en un sector representativo de la solicitud de concesión de acuicultura. Para efectos de programación, se dividió la columna de agua en 15 celdas de 2 metros de espesor cada una, sin embargo, para efectos de procesamiento se consideran sólo 12 capas de 2m de espesor cada una (las capas restantes corresponden a celdas por sobre el N.M.M.), utilizando toda la columna de agua, perfilando desde 2 metros del fondo hasta los 24 metros considerando un blanking del instrumento de 2 metros.

El inicio de las mediciones corresponde al día 23 de febrero de 2019 a las 19:00 hrs y finalizó el día 29 de marzo de 2019 a las 17:40 hrs.

Debido a que el ADCP orienta sus datos en base a un compás magnético, se realizó una corrección para obtener los datos orientados con respecto al Norte geográfico, información calculada a partir de la información proporcionada por NOAA para la fecha y coordenadas del fondeo, la que correspondió a 13°56' E.

Los análisis efectuados fueron los siguientes:

- Frecuencias de ocurrencia de los rangos de velocidad y dirección de la corriente de toda la columna.
- Rosa de corrientes, vector progresivo, series de tiempo para los componentes U (E-W) y V (N-S)
- Información analizada para las capas superficial, intermedia y fondo asociadas a la serie de mareas.

La ubicación geográfica y profundidad de lugar de instalación se obtuvieron a partir de un equipo GARMIN GPSMAP-421s. El equipo fue fondeado durante los días 23 de febrero al 29 de marzo de 2019 entre las 19:00 y las 17:40 hrs respectivamente, en las siguientes coordenadas:

COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
E 652771,51	N 4242530,74	S 51° 56' 48,93"	W 72° 46' 37,72"
DATUM WGS – 84 – HUSO 18			

Los datos crudos obtenidos en la medición y el permiso SHOA se adjuntan en el **anexo 1**

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Corrientes Eulerianas

##### 3.1.1. Serie de Mareas.

El cálculo de la altura y hora de la marea para el área de estudio se realizó utilizando la Tabla de Marea de las Costas de Chile 2019 (Publicación Náutica SHOA N° 3009). Para estos efectos, se ha utilizado como puerto Patrón y como Puerto secundario Puerto Natales, ubicado a aproximadamente 45 km al noreste de la solicitud. Lo anterior en virtud de que al utilizar como puerto secundario el sector más próximo a la concesión, esto es, Angostura Kirke, se observa que hay una mejor relación de la curva de marea medida por el ADCP y la curva de marea resultante del pronóstico de marea de la Tabla SHOA para Puerto Natales. Los valores corregidos de hora y altura de marea se presentan en la **Tabla 1** y **Figura 2**. De acuerdo a los datos obtenidos de la Tabla de Mareas del SHOA, Publicación 3009 del año 2019, se observa para Puerto Natales un desplazamiento vertical, es decir, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de marea para el periodo analizado de 0,51 metros, en tanto que, respecto de lo medido por el instrumento, dicho desplazamiento alcanzó a 0,59 metros. El comportamiento general de ambas curvas de marea es similar, si bien se observan algunas diferencias en ciertos instantes del registro. Por otra parte, también se observa un régimen de marea semidiurno como en la mayoría de los puertos de la costa de Chile, sin embargo, esta condición no se observa con absoluta claridad en el sector del centro Obstrucción.

**Tabla 1.** Hora y altura de marea para la zona de estudio.

Puerto Patrón: Puerto Natales		Puerto Secundario: Puerto Natales		Corregidas según P.S.	
Horas P.P.	Alturas P.P. (m)	Dif. Horas	Dif. Alturas (m)	Horas	Alturas (m)
23-02-2019 3:10	0,35	0:00	0	23-02-2019 3:10	0,35
23-02-2019 9:08	0,52	0:00	0	23-02-2019 9:08	0,52
23-02-2019 15:34	0,29	0:00	0	23-02-2019 15:34	0,29
23-02-2019 22:24	0,49	0:00	0	23-02-2019 22:24	0,49
24-02-2019 4:46	0,21	0:00	0	24-02-2019 4:46	0,21
24-02-2019 10:16	0,43	0:00	0	24-02-2019 10:16	0,43
24-02-2019 16:23	0,26	0:00	0	24-02-2019 16:23	0,26
24-02-2019 23:29	0,47	0:00	0	24-02-2019 23:29	0,47
25-02-2019 6:15	0,27	0:00	0	25-02-2019 6:15	0,27
25-02-2019 11:32	0,36	0:00	0	25-02-2019 11:32	0,36
25-02-2019 17:19	0,23	0:00	0	25-02-2019 17:19	0,23
26-02-2019 0:34	0,47	0:00	0	26-02-2019 0:34	0,47
26-02-2019 7:52	0,22	0:00	0	26-02-2019 7:52	0,22
26-02-2019 12:48	0,3	0:00	0	26-02-2019 12:48	0,3
26-02-2019 18:16	0,22	0:00	0	26-02-2019 18:16	0,22
27-02-2019 1:34	0,49	0:00	0	27-02-2019 1:34	0,49
27-02-2019 9:04	0,19	0:00	0	27-02-2019 9:04	0,19
27-02-2019 14:06	0,28	0:00	0	27-02-2019 14:06	0,28
27-02-2019 19:07	0,21	0:00	0	27-02-2019 19:07	0,21
28-02-2019 2:24	0,52	0:00	0	28-02-2019 2:24	0,52

**Servicios y Asesorías Ambientales**

Buin 367 – Puerto Montt

Teléfono: 65-2752179 – 65 2714278

[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)

28-02-2019 9:48	0,19	0:00	0	28-02-2019 9:48	0,19
28-02-2019 15:11	0,3	0:00	0	28-02-2019 15:11	0,3
28-02-2019 19:52	0,21	0:00	0	28-02-2019 19:52	0,21
01-03-2019 3:08	0,55	0:00	0	01-03-2019 3:08	0,55
01-03-2019 10:23	0,21	0:00	0	01-03-2019 10:23	0,21
01-03-2019 15:57	0,33	0:00	0	01-03-2019 15:57	0,33
01-03-2019 20:35	0,23	0:00	0	01-03-2019 20:35	0,23
02-03-2019 3:48	0,59	0:00	0	02-03-2019 3:48	0,59
02-03-2019 10:53	0,24	0:00	0	02-03-2019 10:53	0,24
02-03-2019 16:35	0,38	0:00	0	02-03-2019 16:35	0,38
02-03-2019 21:17	0,27	0:00	0	02-03-2019 21:17	0,27
03-03-2019 4:24	0,63	0:00	0	03-03-2019 4:24	0,63
03-03-2019 11:24	0,28	0:00	0	03-03-2019 11:24	0,28
03-03-2019 17:10	0,43	0:00	0	03-03-2019 17:10	0,43
03-03-2019 21:56	0,31	0:00	0	03-03-2019 21:56	0,31
04-03-2019 4:57	0,66	0:00	0	04-03-2019 4:57	0,66
04-03-2019 11:55	0,31	0:00	0	04-03-2019 11:55	0,31
04-03-2019 17:44	0,47	0:00	0	04-03-2019 17:44	0,47
04-03-2019 22:32	0,35	0:00	0	04-03-2019 22:32	0,35
05-03-2019 5:27	0,67	0:00	0	05-03-2019 5:27	0,67
05-03-2019 12:26	0,34	0:00	0	05-03-2019 12:26	0,34
05-03-2019 18:15	0,49	0:00	0	05-03-2019 18:15	0,49
05-03-2019 23:08	0,38	0:00	0	05-03-2019 23:08	0,38
06-03-2019 5:57	0,67	0:00	0	06-03-2019 5:57	0,67
06-03-2019 12:54	0,35	0:00	0	06-03-2019 12:54	0,35
06-03-2019 18:42	0,5	0:00	0	06-03-2019 18:42	0,5
06-03-2019 23:44	0,38	0:00	0	06-03-2019 23:44	0,38
07-03-2019 6:27	0,64	0:00	0	07-03-2019 6:27	0,64
07-03-2019 13:18	0,36	0:00	0	07-03-2019 13:18	0,36
07-03-2019 19:05	0,49	0:00	0	07-03-2019 19:05	0,49
08-03-2019 0:24	0,38	0:00	0	08-03-2019 0:24	0,38
08-03-2019 6:59	0,59	0:00	0	08-03-2019 6:59	0,59
08-03-2019 13:40	0,35	0:00	0	08-03-2019 13:40	0,35
08-03-2019 19:34	0,48	0:00	0	08-03-2019 19:34	0,48
09-03-2019 1:12	0,36	0:00	0	09-03-2019 1:12	0,36
09-03-2019 7:34	0,52	0:00	0	09-03-2019 7:34	0,52
09-03-2019 14:05	0,32	0:00	0	09-03-2019 14:05	0,32
09-03-2019 20:22	0,46	0:00	0	09-03-2019 20:22	0,46
10-03-2019 2:20	0,33	0:00	0	10-03-2019 2:20	0,33
10-03-2019 8:16	0,45	0:00	0	10-03-2019 8:16	0,45
10-03-2019 14:36	0,29	0:00	0	10-03-2019 14:36	0,29
10-03-2019 21:28	0,44	0:00	0	10-03-2019 21:28	0,44
11-03-2019 4:14	0,31	0:00	0	11-03-2019 4:14	0,31
11-03-2019 9:12	0,38	0:00	0	11-03-2019 9:12	0,38
11-03-2019 15:13	0,26	0:00	0	11-03-2019 15:13	0,26
11-03-2019 22:38	0,44	0:00	0	11-03-2019 22:38	0,44
12-03-2019 5:55	0,27	0:00	0	12-03-2019 5:55	0,27



# Servicios y Asesorías Ambientales

Buín 367 – Puerto Montt

Teléfono: 65-2752179 – 65 2714278

[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)

[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)

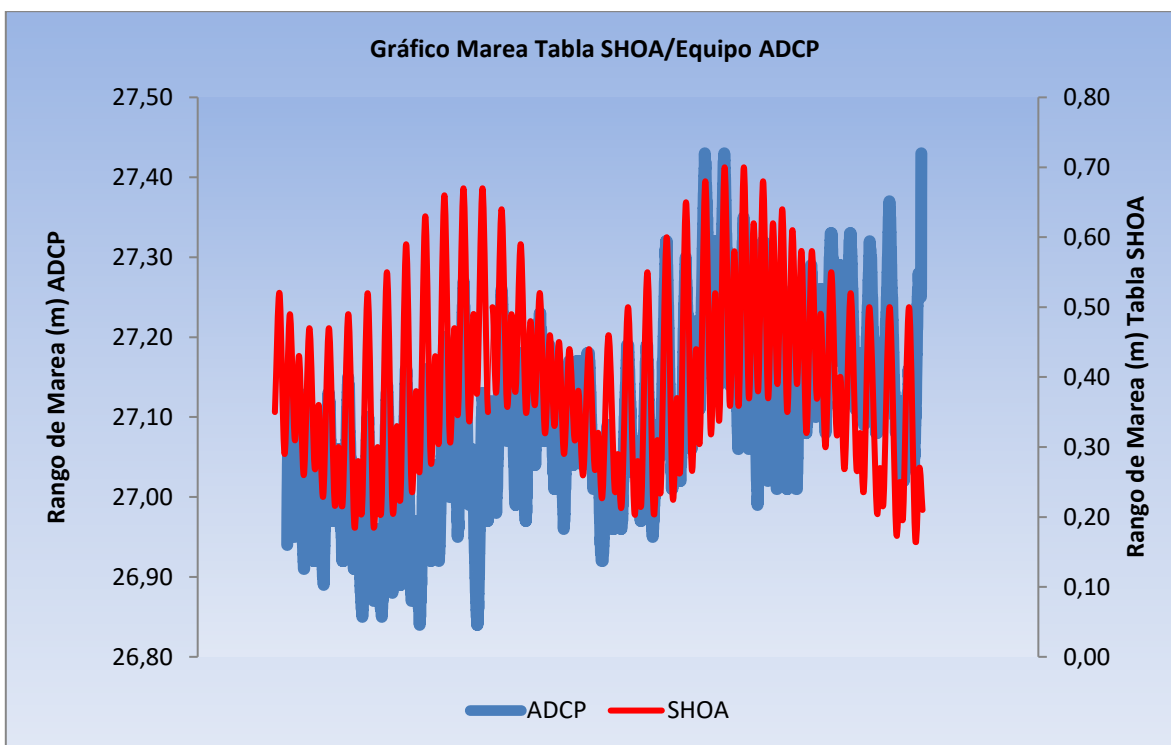
12-03-2019 10:32	0,32	0:00	0	12-03-2019 10:32	0,32
12-03-2019 15:59	0,23	0:00	0	12-03-2019 15:59	0,23
12-03-2019 23:48	0,46	0:00	0	12-03-2019 23:48	0,46
13-03-2019 7:36	0,24	0:00	0	13-03-2019 7:36	0,24
13-03-2019 11:52	0,29	0:00	0	13-03-2019 11:52	0,29
13-03-2019 16:56	0,22	0:00	0	13-03-2019 16:56	0,22
14-03-2019 0:51	0,5	0:00	0	14-03-2019 0:51	0,5
14-03-2019 8:46	0,21	0:00	0	14-03-2019 8:46	0,21
14-03-2019 13:11	0,28	0:00	0	14-03-2019 13:11	0,28
14-03-2019 17:57	0,22	0:00	0	14-03-2019 17:57	0,22
15-03-2019 1:45	0,55	0:00	0	15-03-2019 1:45	0,55
15-03-2019 9:31	0,21	0:00	0	15-03-2019 9:31	0,21
15-03-2019 14:37	0,31	0:00	0	15-03-2019 14:37	0,31
15-03-2019 18:57	0,24	0:00	0	15-03-2019 18:57	0,24
16-03-2019 2:33	0,6	0:00	0	16-03-2019 2:33	0,6
16-03-2019 10:06	0,23	0:00	0	16-03-2019 10:06	0,23
16-03-2019 15:34	0,37	0:00	0	16-03-2019 15:34	0,37
16-03-2019 19:59	0,27	0:00	0	16-03-2019 19:59	0,27
17-03-2019 3:20	0,65	0:00	0	17-03-2019 3:20	0,65
17-03-2019 10:36	0,27	0:00	0	17-03-2019 10:36	0,27
17-03-2019 16:14	0,44	0:00	0	17-03-2019 16:14	0,44
17-03-2019 21:07	0,31	0:00	0	17-03-2019 21:07	0,31
18-03-2019 4:08	0,68	0:00	0	18-03-2019 4:08	0,68
18-03-2019 11:05	0,32	0:00	0	18-03-2019 11:05	0,32
18-03-2019 16:51	0,52	0:00	0	18-03-2019 16:51	0,52
18-03-2019 22:12	0,34	0:00	0	18-03-2019 22:12	0,34
19-03-2019 4:55	0,7	0:00	0	19-03-2019 4:55	0,7
19-03-2019 11:35	0,36	0:00	0	19-03-2019 11:35	0,36
19-03-2019 17:29	0,58	0:00	0	19-03-2019 17:29	0,58
19-03-2019 23:07	0,36	0:00	0	19-03-2019 23:07	0,36
20-03-2019 5:39	0,7	0:00	0	20-03-2019 5:39	0,7
20-03-2019 12:09	0,37	0:00	0	20-03-2019 12:09	0,37
20-03-2019 18:13	0,62	0:00	0	20-03-2019 18:13	0,62
20-03-2019 23:57	0,38	0:00	0	20-03-2019 23:57	0,38
21-03-2019 6:22	0,68	0:00	0	21-03-2019 6:22	0,68
21-03-2019 12:47	0,37	0:00	0	21-03-2019 12:47	0,37
21-03-2019 19:02	0,62	0:00	0	21-03-2019 19:02	0,62
22-03-2019 0:48	0,39	0:00	0	22-03-2019 0:48	0,39
22-03-2019 7:03	0,64	0:00	0	22-03-2019 7:03	0,64
22-03-2019 13:25	0,35	0:00	0	22-03-2019 13:25	0,35
22-03-2019 19:57	0,61	0:00	0	22-03-2019 19:57	0,61
23-03-2019 1:51	0,39	0:00	0	23-03-2019 1:51	0,39
23-03-2019 7:46	0,58	0:00	0	23-03-2019 7:46	0,58
23-03-2019 14:04	0,32	0:00	0	23-03-2019 14:04	0,32
23-03-2019 20:55	0,58	0:00	0	23-03-2019 20:55	0,58
24-03-2019 3:17	0,37	0:00	0	24-03-2019 3:17	0,37
24-03-2019 8:36	0,49	0:00	0	24-03-2019 8:36	0,49

TITULAR:  
Australis Mar S.A.

Informe de Corrientes Eulerianas  
Península Barros Arana, al Este de Punta Obstrucción, Comuna de Natales

Página 6

24-03-2019 14:40	0,3	0:00	0	24-03-2019 14:40	0,3
24-03-2019 21:52	0,55	0:00	0	24-03-2019 21:52	0,55
25-03-2019 4:45	0,32	0:00	0	25-03-2019 4:45	0,32
25-03-2019 9:45	0,4	0:00	0	25-03-2019 9:45	0,4
25-03-2019 15:16	0,27	0:00	0	25-03-2019 15:16	0,27
25-03-2019 22:53	0,52	0:00	0	25-03-2019 22:53	0,52
26-03-2019 6:17	0,27	0:00	0	26-03-2019 6:17	0,27
26-03-2019 11:11	0,32	0:00	0	26-03-2019 11:11	0,32
26-03-2019 15:57	0,24	0:00	0	26-03-2019 15:57	0,24
26-03-2019 22:53	0,50	0:00	0	26-03-2019 22:53	0,50
27-03-2019 8:21	0,21	0:00	0	27-03-2019 8:21	0,21
27-03-2019 12:33	0,27	0:00	0	27-03-2019 12:33	0,27
27-03-2019 16:58	0,22	0:00	0	27-03-2019 16:58	0,22
28-03-2019 1:00	0,50	0:00	0	28-03-2019 1:00	0,50
28-03-2019 9:16	0,18	0:00	0	28-03-2019 9:16	0,18
28-03-2019 13:56	0,25	0:00	0	28-03-2019 13:56	0,25
28-03-2019 18:11	0,20	0:00	0	28-03-2019 18:11	0,20
29-03-2019 1:54	0,50	0:00	0	29-03-2019 1:54	0,50
29-03-2019 9:44	0,17	0:00	0	29-03-2019 9:44	0,17
29-03-2019 15:00	0,27	0:00	0	29-03-2019 15:00	0,27
29-03-2019 19:11	0,21	0:00	0	29-03-2019 19:11	0,21

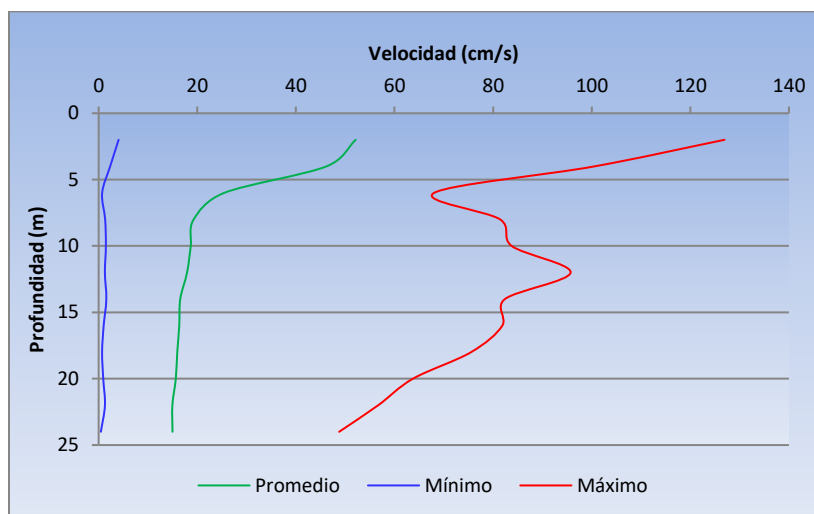


**Figura 2.** Registro de Marea Tabla SHOA v/s Equipo ADCP Centro Punta Obstrucción.

### 3.1.2. Magnitud y Dirección

Las principales medidas de tendencia central correspondientes a los datos de corrientes por profundidad evidencian que la columna de agua presenta velocidades promedio de corrientes más bajas en el fondo y, a medida que el registro se acerca a la superficie, se observan intensidades mayores. Una de las variables externas relevantes en las magnitudes de corrientes en particular a nivel superficial podría tener su explicación debido a la forzante del viento, que usualmente está presente en la zona de estudio, lo que de acuerdo a bibliografía podría influir hasta niveles sub-superficiales alcanzando los 10 metros de profundidad e incluso mayores.

El promedio general de toda la columna de agua fue de 22,8 cm/s; el valor mínimo observado fue de 0,7 cm/s a 18 metros de profundidad y el valor máximo observado fue de 126,9 cm/s, registrado en la celda más superficial, magnitud que como se indicó antes pudo haber estado influenciada por la presencia de viento en el sector. El máximo promedio menos intenso fue de 48,7 cm/s y se observó a 24 metros de profundidad, correspondiente a la celda de fondo. En el análisis de la estadística general, el intervalo de magnitudes que presentó la mayor frecuencia fue el comprendido en magnitudes comprendidas entre 10 y 15 cm/s, lo que representó el 22,4% de los registros, seguido por el intervalo comprendido entre 15 y 20 cm/s, lo que representó el 21,9% de los registros. Velocidades menores a 1,5 cm/s representaron un 0,05% del total de datos registrados y, por el contrario, valores de magnitud sobre 30 cm/s representaron el 19,5% del total de datos medidos. (Figura 3 y Tabla 2).



**Figura 3.** Tendencias centrales de magnitud de corrientes cm/s.

Según ya se indicó, en el análisis de frecuencia para toda la columna de agua, el intervalo que acumuló las mayores frecuencias fue la del intervalo comprendido entre 10 a 15cm/s y luego por el intervalo entre 15 a 20cm/s con frecuencias de 22,4% y 21,9% respectivamente. Velocidades menores a 1,5 cm/s representaron el 0,05% del total de datos medidos. Por otro lado, se observó que el 19,5% de los registros presentaron magnitudes mayores a 30cm/s (Figura 4 y Tabla 3).



Para el caso de las direcciones, considerando las capas analizadas para nivel superficial, medio y de fondo, se observan flujos principalmente hacia el este en la capa superficial; en la celda intermedia y en la capa de fondo se observaron flujos hacia el sur y sureste prácticamente con las mismas frecuencias para cada componente. Al analizar toda la columna de agua, se observa que los mayores flujos fueron hacia el sur y sureste con frecuencias de 35% y 35,1%. En menor medida se observaron igualmente direcciones generales hacia el segundo cuadrante con flujos hacia el este y suroeste con frecuencias de 15,3% y 8,2% respectivamente. No se observaron direcciones asociadas a la componente norte, lo que podría estar explicado por la posición geográfica de la concesión de acuicultura. Las direcciones al noreste fueron las más representativas, aunque apenas tuvieron una frecuencia del 3,8% del total de datos medidos (**Figura 5 y Tabla 4**).

Para el análisis por capa se determinó como capa superficial la capa 1 (0 a 2 m), como capa intermedia la capa 7 (12 a 14m) y como capa profunda la capa 12 (22 a 24m).

**Tabla 2.** Medidas de tendencia central.

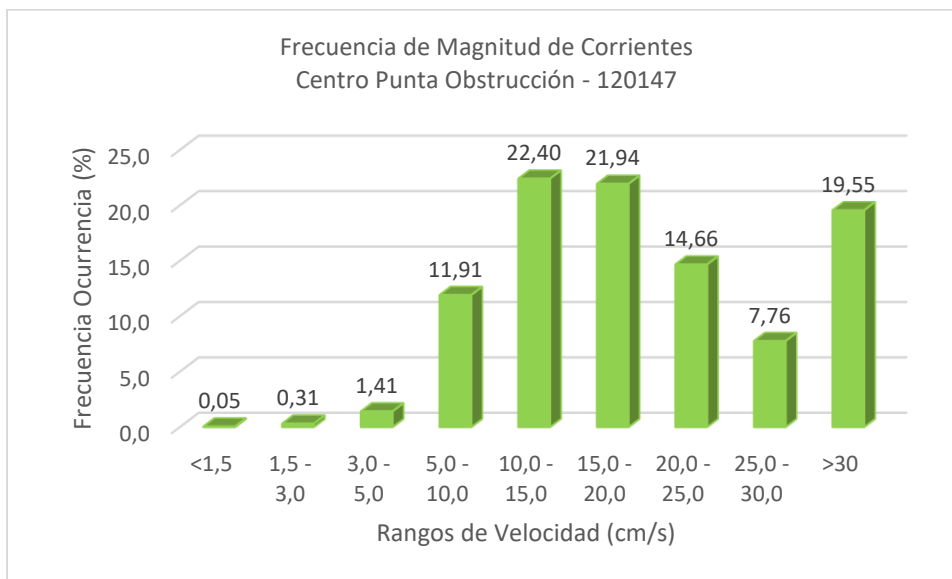
Capa	Profundidad	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
1	0 – 2	52,12	4,05	126,9	22,59
2	2 – 4	46,22	2,34	100,6	16,6
3	4 – 6	25,45	0,71	68,02	10,29
4	6 – 8	19,27	1,32	81,43	8,482
5	8 – 10	18,68	1,47	83,77	8,836
6	10 – 12	17,93	1,27	95,72	7,983
7	12 – 14	16,55	1,56	82,4	7,211
8	14 – 16	16,35	1,02	81,87	7,188
9	16 – 18	15,95	0,7	75,54	6,828
10	18 – 20	15,65	0,93	63,75	6,357
11	20 – 22	14,95	1,28	56,7	6,195
12	22 – 24	14,98	0,45	48,78	6,072
Toda la Columna		22,84	1,43	80,46	9,55

**Tabla 3.** Frecuencias de ocurrencia de velocidad por profundidad.

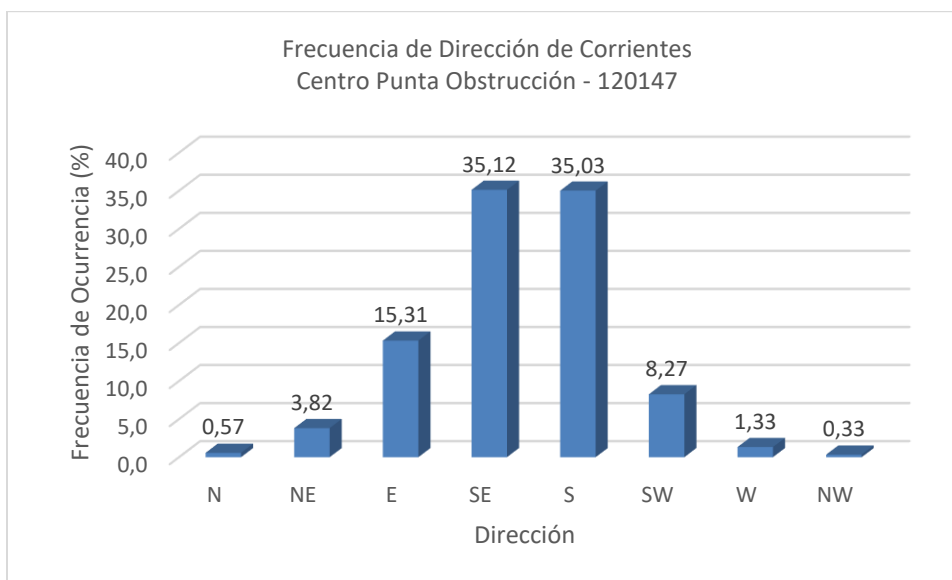
Frecuencia de ocurrencia Magnitud (%)										
Capa	Rango profundidad (m)	<1,5 cm/s	1,5 – 3,0 cm/s	3,1 – 5,0 cm/s	5,1 – 10,0 cm/s	10,1 – 15,0 cm/s	15,1 – 20,0 cm/s	20,1 – 25,0 cm/s	25,1 – 30,0 cm/s	> 30,1 cm/s
1	0 – 2	0,00	0,00	0,04	1,17	2,99	5,91	5,85	5,11	78,93
2	2 – 4	0,00	0,02	0,20	1,55	2,97	4,95	5,03	4,72	80,55
3	4 – 6	0,22	0,53	1,17	4,17	9,74	15,03	18,47	18,53	32,13
4	6 – 8	0,02	0,16	0,92	10,43	21,60	25,87	19,27	11,54	10,19
5	8 – 10	0,02	0,16	1,47	12,40	24,09	24,26	17,88	9,70	10,02
6	10 – 12	0,02	0,25	1,17	13,11	24,89	25,32	18,67	10,00	6,57
7	12 – 14	0,00	0,25	1,96	14,93	28,02	26,59	17,14	7,14	3,97
8	14 – 16	0,04	0,33	1,68	15,69	29,23	26,69	15,87	6,83	3,64
9	16 – 18	0,10	0,37	2,15	15,89	29,86	27,37	15,16	5,91	3,19
10	18 – 20	0,06	0,45	1,84	16,10	30,80	28,39	15,01	5,13	2,21
11	20 – 22	0,02	0,63	2,27	18,70	32,42	26,61	13,50	4,11	1,74
12	22 – 24	0,06	0,55	2,07	18,78	32,24	26,30	14,11	4,38	1,51

**Tabla 4.** Frecuencias de ocurrencia para dirección por profundidad.

Frecuencia de ocurrencia Dirección (%)									
Capa	Rango profundidad (m)	N (337,5º - 22,4º)	NE (22,5º - 67,4º)	E (67,5º - 112,4º)	SE (112,5º - 157,4º)	S (157,5º - 202,4º)	SW (202,5º - 247,4º)	W (247,5º - 292,4º)	NW (292,5º - 337,4º)
1	0 – 2	1,12	18,51	53,98	20,00	5,07	0,51	0,29	0,22
2	2 – 4	1,96	16,94	42,87	11,95	11,25	10,84	3,58	0,43
3	4 – 6	0,33	0,72	9,06	27,45	27,96	30,66	3,37	0,27
4	6 – 8	0,39	1,64	11,74	39,54	40,29	5,05	0,78	0,33
5	8 – 10	0,59	1,39	10,39	37,41	42,89	5,99	0,70	0,37
6	10 – 12	0,33	1,04	9,41	40,13	41,52	6,07	0,96	0,41
7	12 – 14	0,43	1,43	9,08	40,25	40,38	6,87	1,10	0,29
8	14 – 16	0,41	0,82	7,83	40,62	42,28	6,40	0,98	0,39
9	16 – 18	0,22	0,74	7,75	39,78	42,14	7,42	1,06	0,59
10	18 – 20	0,45	0,76	7,87	41,64	41,03	6,69	1,17	0,22
11	20 – 22	0,22	1,08	7,34	41,50	42,42	6,07	0,94	0,18
12	22 – 24	0,35	0,76	6,42	41,19	43,08	6,59	1,04	0,27



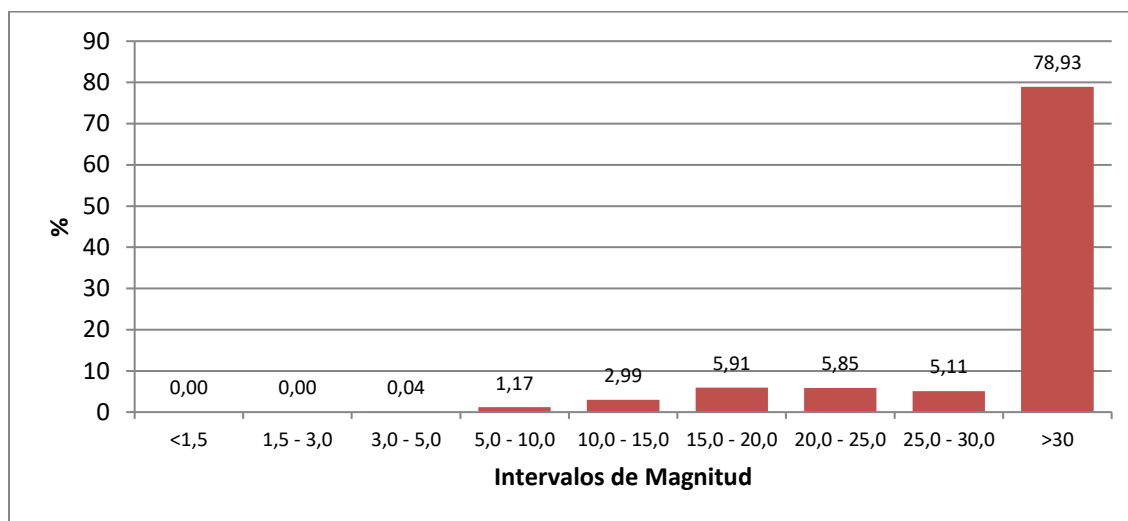
**Figura 4.** Frecuencia de ocurrencia para magnitud en toda la columna de agua.



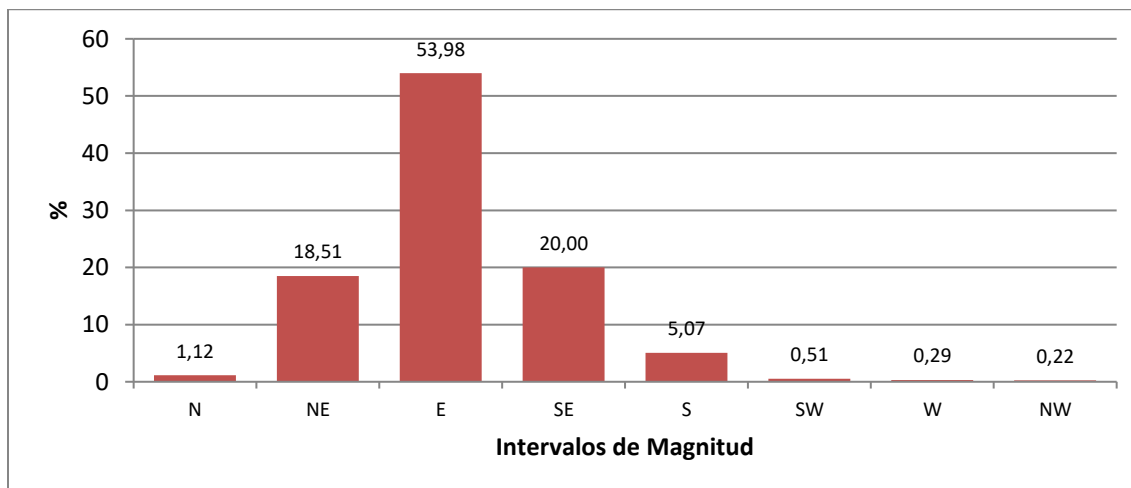
**Figura 5.** Frecuencia de ocurrencia para dirección en toda la columna de agua.

### 3.1.3. Capa Superficial.

La velocidad media de esta capa fue de 52,12cm/s, un máximo de 126,9cm/s y un mínimo de 4,05cm/s (Tabla 2). El rango que acumuló mayor frecuencia de ocurrencia fue el intervalo de magnitudes mayores a 30 cm/s representando el 78,93% de todos los datos medidos. Tal como se puede observar en la figura 6, el resto de los intervalos de magnitud no superaron el 6% de frecuencia de ocurrencia durante el periodo observado. Este comportamiento podría tener su explicación en la forzante de viento la que fue una condición permanente en la zona de Puerto Natales y del Golfo Almirante Montt y sus alrededores durante el periodo de medición. Se observa que magnitudes comprendidas entre velocidades menores a 1,5cm/s y 3cm/s no tuvieron representación en la celda más cercana a la superficie (Tabla 3, Figura 6).



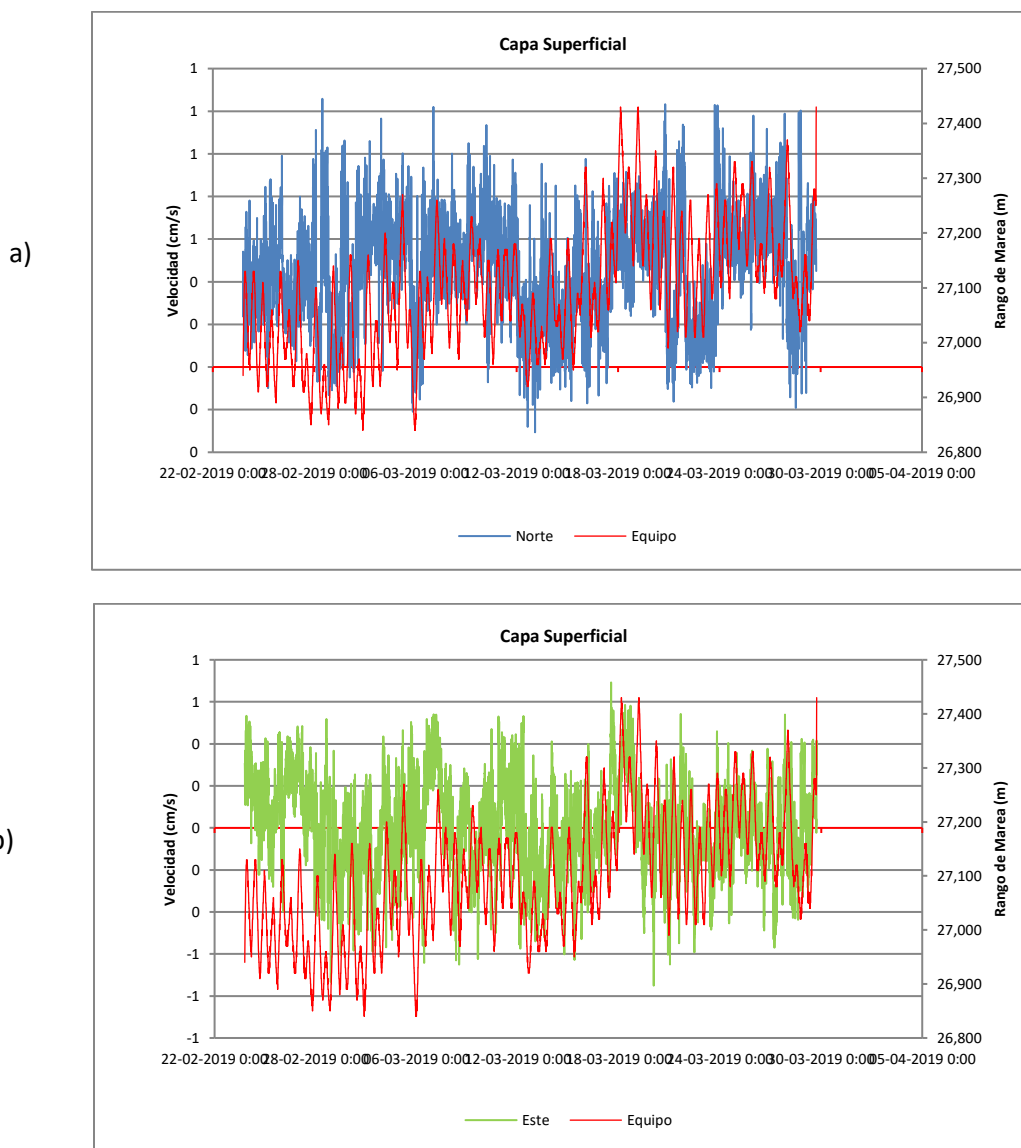
**Figura 6.** Frecuencia de ocurrencia velocidad de la corriente Capa Superficial.



**Figura 7.** Frecuencia de ocurrencia dirección de la corriente Capa Superficial.

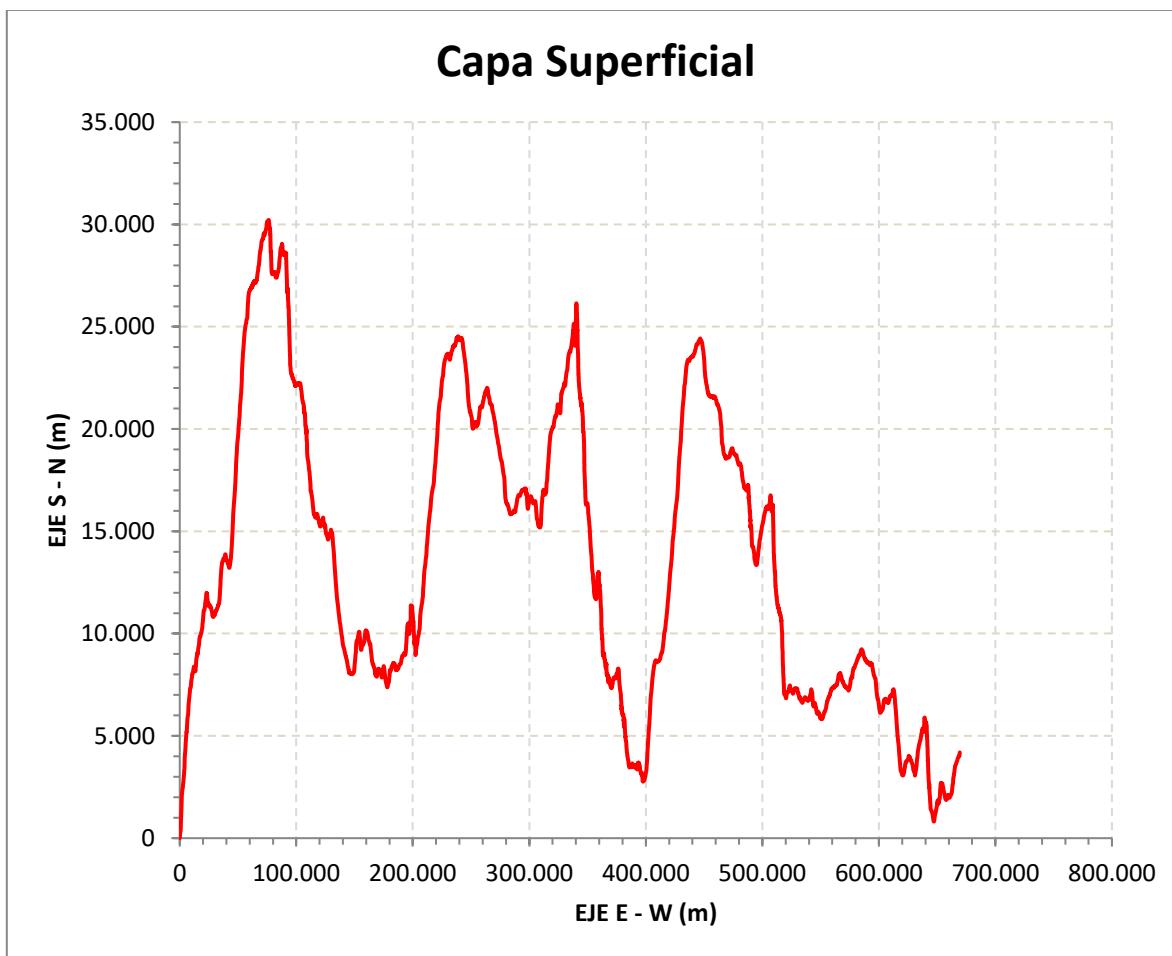
La dirección que dominó la distribución de frecuencia de la capa superficial seleccionada fue la dirección hacia el Este con un 53,9% del total de datos observados, seguida en menor medida por las componentes sureste y noreste con porcentajes de frecuencia de ocurrencia del 20% y 18,5% respectivamente. El intervalo de menor frecuencia acumulada en el análisis de la celda más cercana a la superficie fue hacia la dirección noroeste con sólo un 0,22% del total de datos medidos (Tabla 4, Figura 7).

Las series temporales de las componentes U-V para la capa superficial contrastadas con los datos de Plea y Bajamar se presentan en la **figura 8**.



**Figura 8** a) Componentes Norte versus rango de marea, b) Componente Este versus rango de marea.

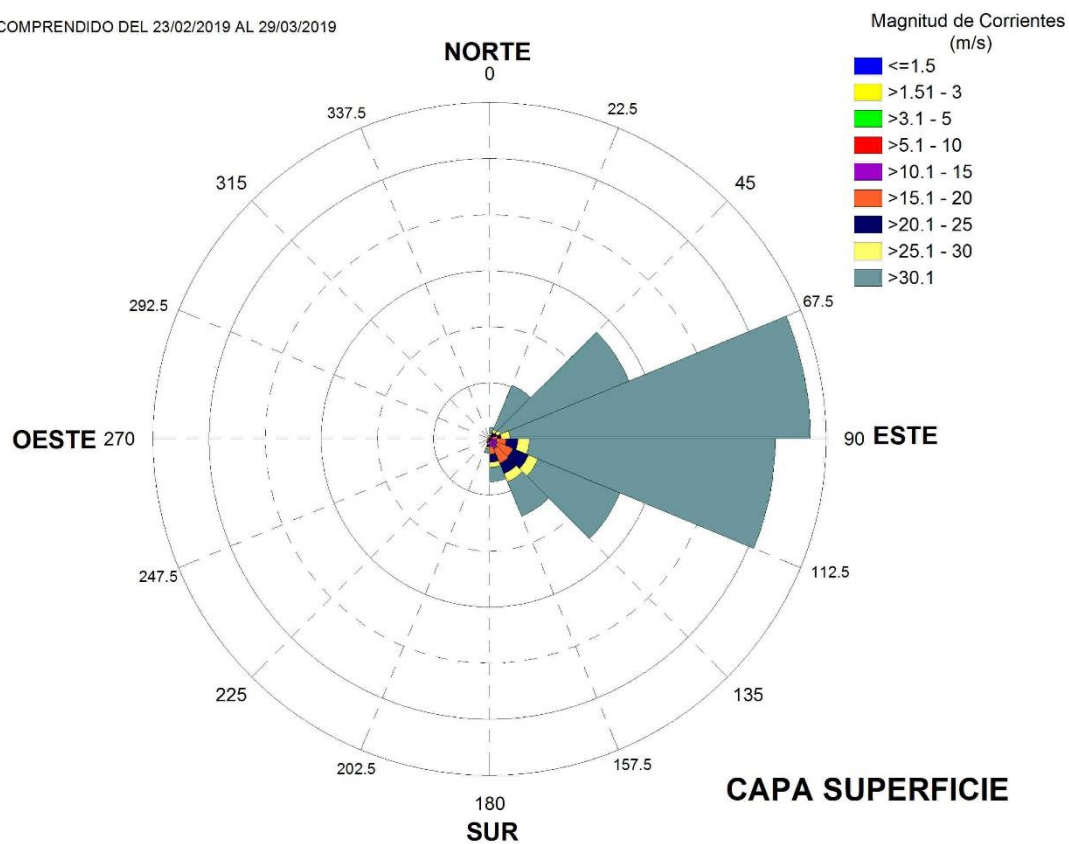
El análisis del Diagrama de Vector Progresivo muestra que la suma de los componentes revelan una trayectoria neta hacia el Este, con desplazamientos alternos hacia el noreste y sureste. La trayectoria resultante muestra un desplazamiento aproximado de 650 km hacia el este (**Figura 9**).



**Figura 9.** Vector Progresivo capa superficial.

Los resultados del análisis de la rosa de corrientes reflejan también una trayectoria de las corrientes a nivel superficial hacia el Este, con menores flujos hacia el noroeste y hacia el sureste y con magnitudes por sobre los 30 cm/s (**Figura 10**).

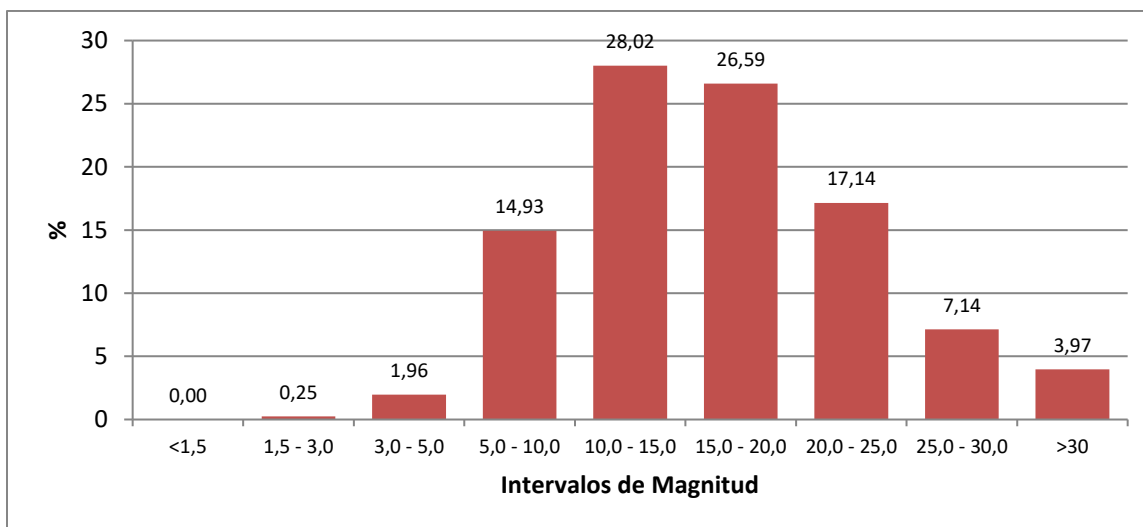
PERIODO COMPRENDIDO DEL 23/02/2019 AL 29/03/2019



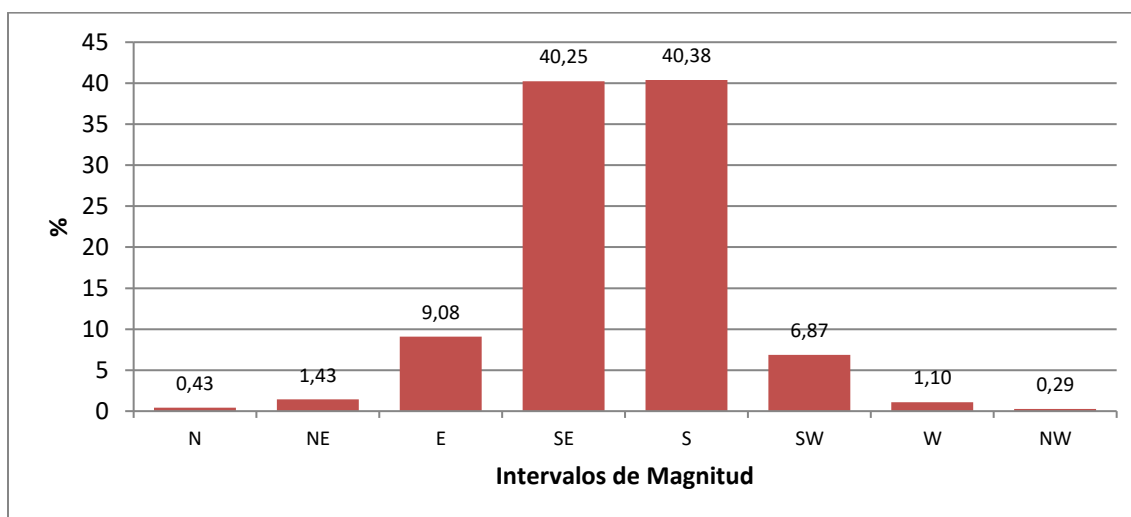
**Figura 10.** Rosa de corrientes capa superficial.

### 3.1.4. Capa Media.

La velocidad media de esta capa fue de 16,5 cm/s, presentando un máximo de 82,4cm/s y un mínimo de 1,56cm/s (Tabla 2). El intervalo de velocidad dominante en la capa intermedia fue el comprendido entre 10 y 15 cm/s, equivalente al 28,02% del total de datos medidos, seguido por el intervalo comprendido entre 15 y 20 cm/s y por el intervalo de magnitudes de 20 a 25 cm/s con porcentajes de frecuencia de 26,59% y 17,14% respectivamente. Magnitudes mayores a 30 cm/s sólo representaron el 3,97% del total de datos observados y de la misma forma, velocidades menores a 3 cm/s representaron el 0,25% del total de registros de magnitud (Tabla 3, Figura 11).



**Figura 11.** Frecuencia de ocurrencia velocidad de la corriente.



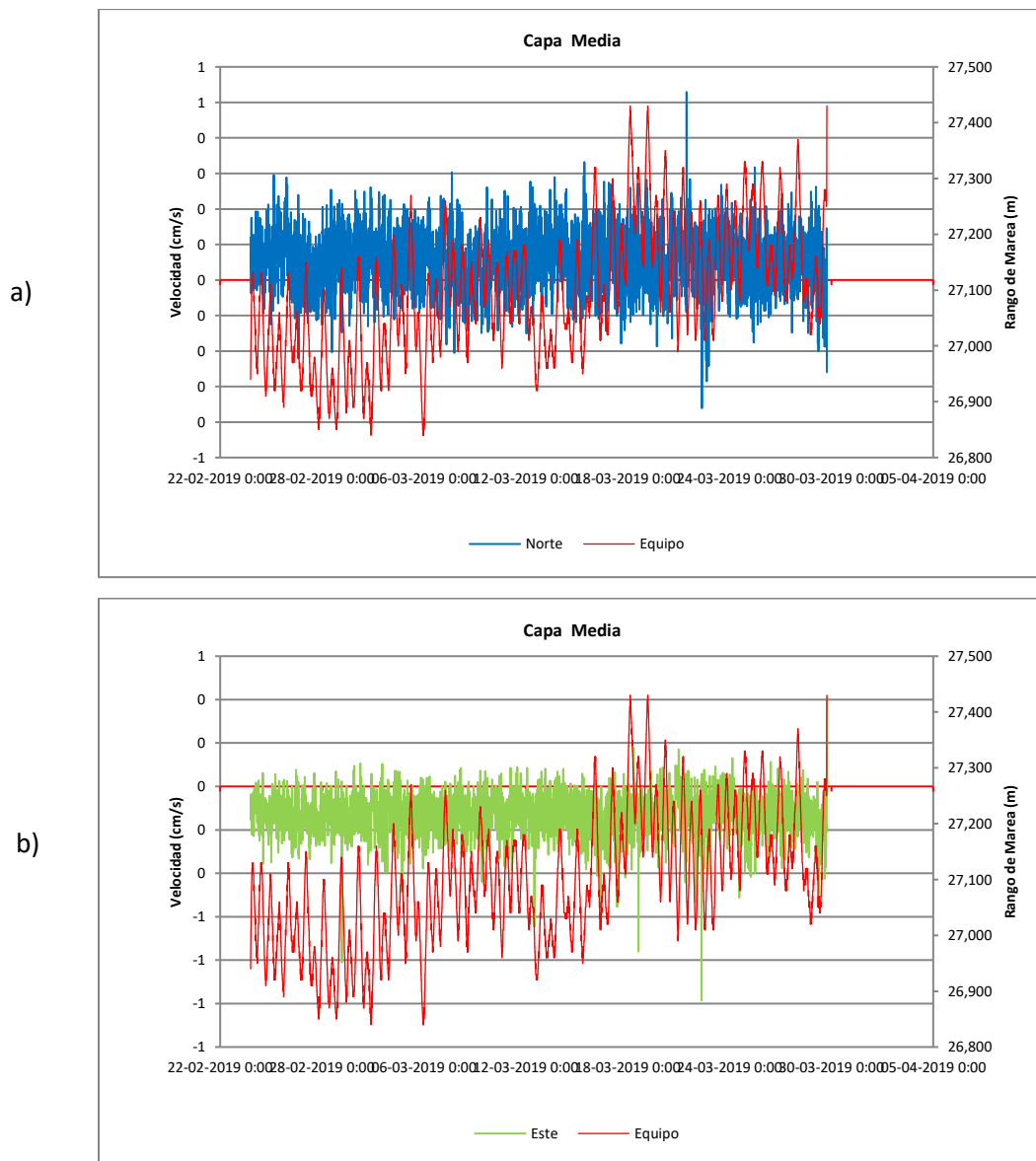
**Figura 12.** Frecuencia de ocurrencia dirección de la corriente.

La dirección más frecuente en la celda intermedia corresponde a la componente hacia el sur con un 40,38% de los datos observados, seguida por la componente de direcciones hacia el Sureste con el



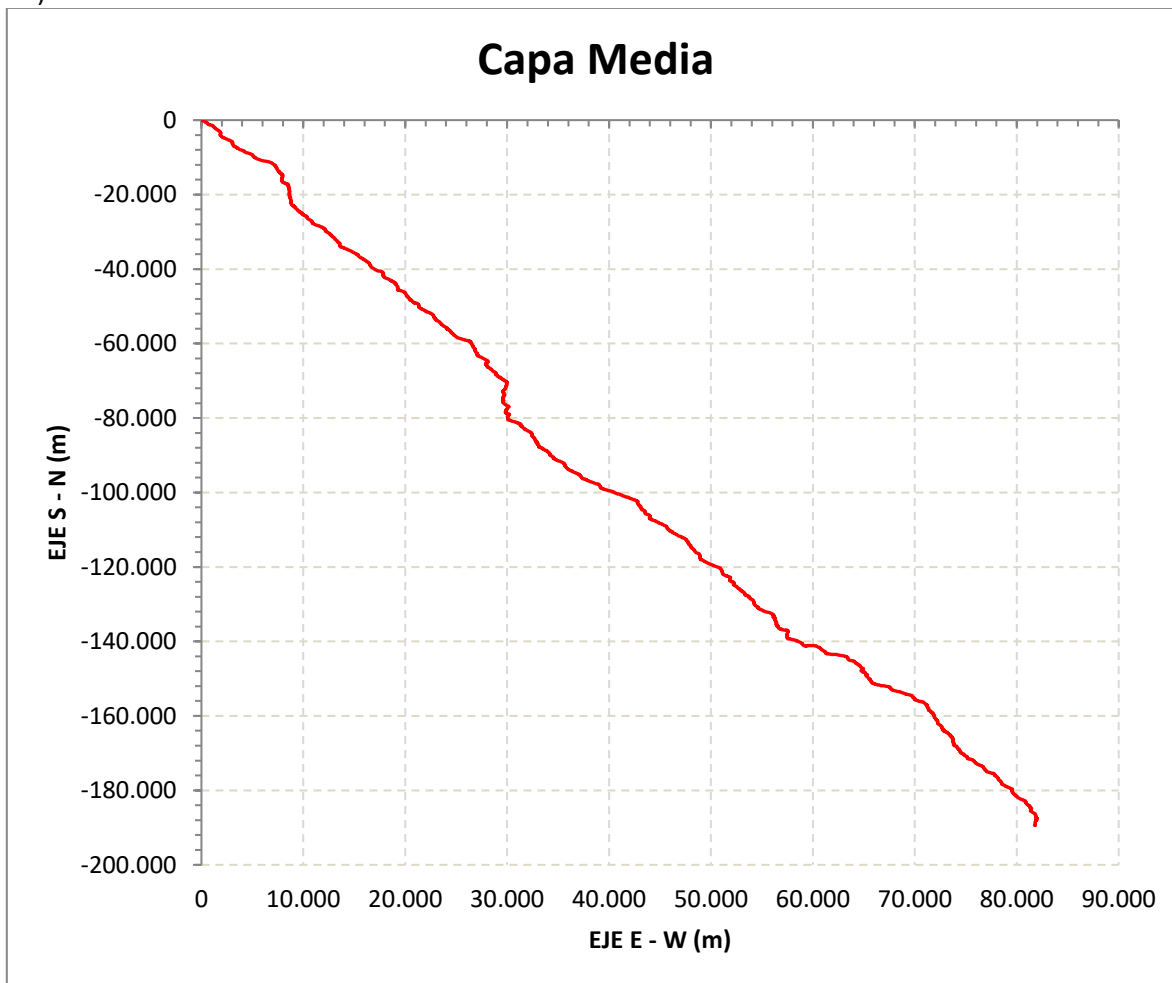
40,25%. Las direcciones este y suroeste representaron 9,08% y el 6,87% del total de registros. El resto de las direcciones fluctuaron en frecuencias entre 0 y 1,43%, siendo la dirección menos frecuente la del noroeste, la que observó en esta celda sólo el 0,29% del total de datos observados en esta capa (Tabla 4, Figura 12).

Las series temporales de las componentes *U-V* para la capa superficial contrastadas con los datos de Plea y Bajamar se presentan en la **figura 13**.



**Figura 13** a) Componentes Norte versus altura de marea, b) Componente Este versus altura de marea.

El análisis del Diagrama de Vector Progresivo muestra que la suma de estos vectores resultan en un desplazamiento neto hacia el sureste, donde el movimiento de la partícula se desplaza aproximadamente 188 km al sur y poco más de 80 km al este respecto del punto de inicio (**Figura 14**).



**Figura 14.** Vector Progresivo capa media.

La rosa de corrientes para esta capa muestra el comportamiento ya descrito en cuanto a direcciones de la corriente cuyos flujos van hacia el oeste, Suroeste y Noroeste y magnitudes que presentan mayores frecuencias a partir de los 5 cm/s y hasta los 25 cm/s en particular con flujo hacia el suroeste (Figura 15).

PERIODO COMPRENDIDO DEL 23/02/2019 AL 29/03/2019

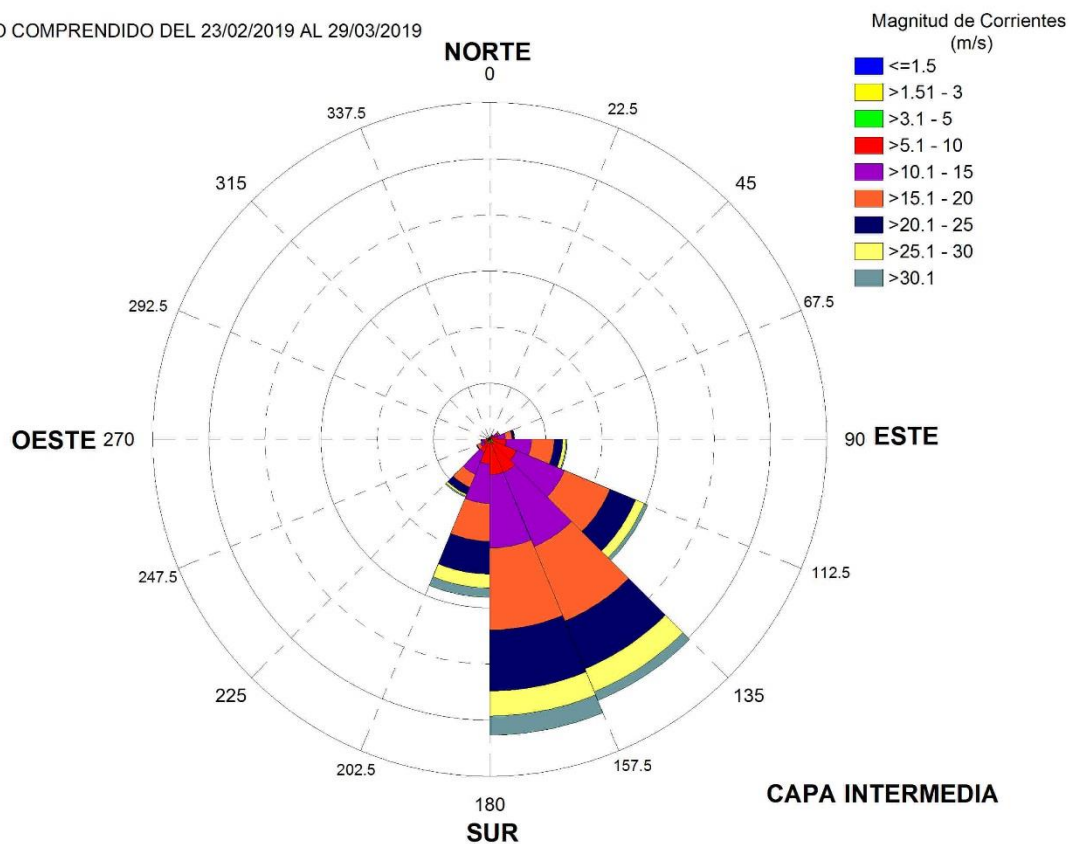
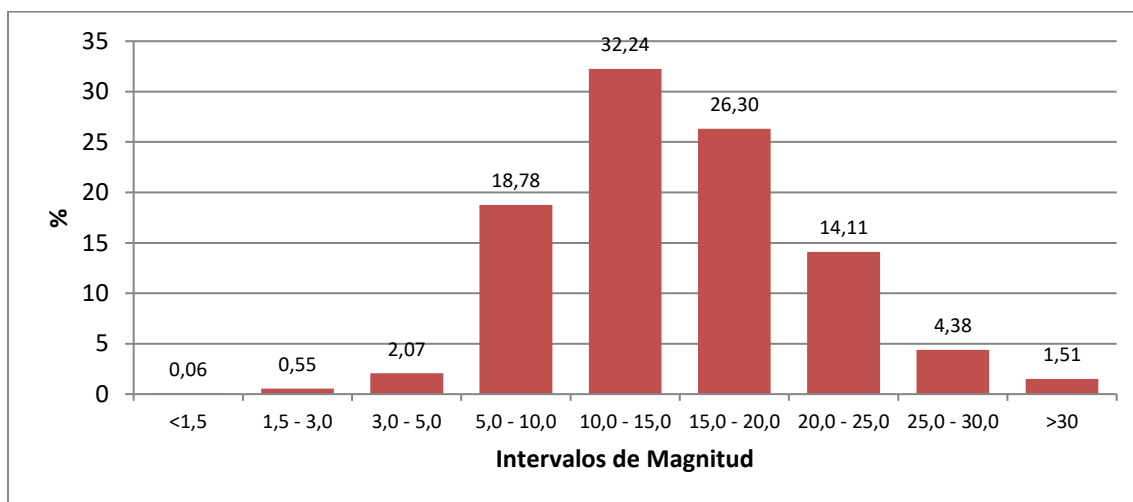


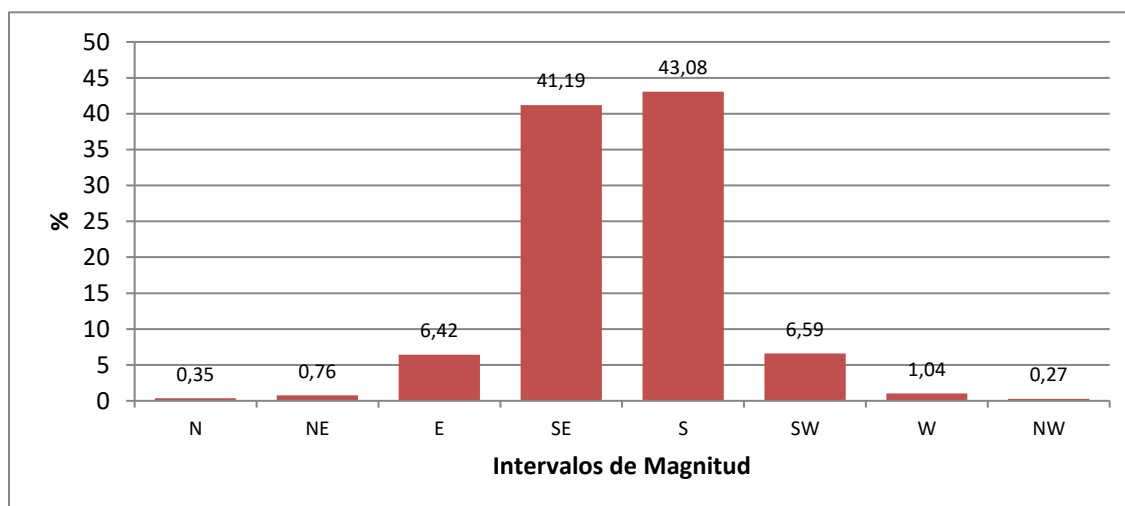
Figura 15. Rosa de corrientes capa media.

### 3.1.5. Capa Profunda.

La velocidad media de esta capa fue de 14,98cm/s, presentando un máximo de 48,78cm/s y un mínimo de 0,45cm/s (Tabla 2). En la capa más cercana al fondo, a 1 metro del fondo, el intervalo de mayor frecuencia observado fue el comprendido entre 10 y 15cm/s, el que mostró una frecuencia de ocurrencia del 32,24% del total de datos medidos en esta capa. El segundo intervalo con mayor frecuencia fue el comprendido entre magnitudes de 15 y 20cm/s con un 26,3% del total de datos medidos a 1 metro del fondo. El intervalo de magnitudes comprendido entre 5 y 10 cm/s representó el 18,78%. El intervalo de menor frecuencia observado fue el de velocidades menores a 1,5cm/s, el que representó el 0,06% del total de registros, en tanto que magnitudes mayores a 30 cm/s representaron sólo el 1,51% del total de datos medidos (Tabla 3, Figura 16).



**Figura 16.** Frecuencia de ocurrencia velocidad de la corriente.



**Figura 17.** Frecuencia de ocurrencia dirección de la corriente.

Al igual que la celda media, el intervalo de dirección que dominó la distribución en la capa más

cercana al fondo o celda profunda analizada corresponde a las direcciones Sur y Sureste con el 43,08% y el 41,19% del total de datos medidos. Las direcciones hacia el Este y Suroeste tuvieron una representación de 6,42% y 6,59% respectivamente. Las direcciones hacia el Noroeste, Norte y Noreste fueron las menos representativas, similar a la celda intermedia con frecuencia de 0,27%, 0,35% y 0,76% respectivamente. La componente hacia el oeste tampoco fue representativa toda vez que sólo alcanzó una frecuencia de ocurrencia del 1,04% del universo de datos medidos. (Tabla 4, Figura 17).

Las series temporales de las componentes *U-V* para la capa superficial contrastadas con los datos de Plea y Bajamar se presentan en la **figura 18**.

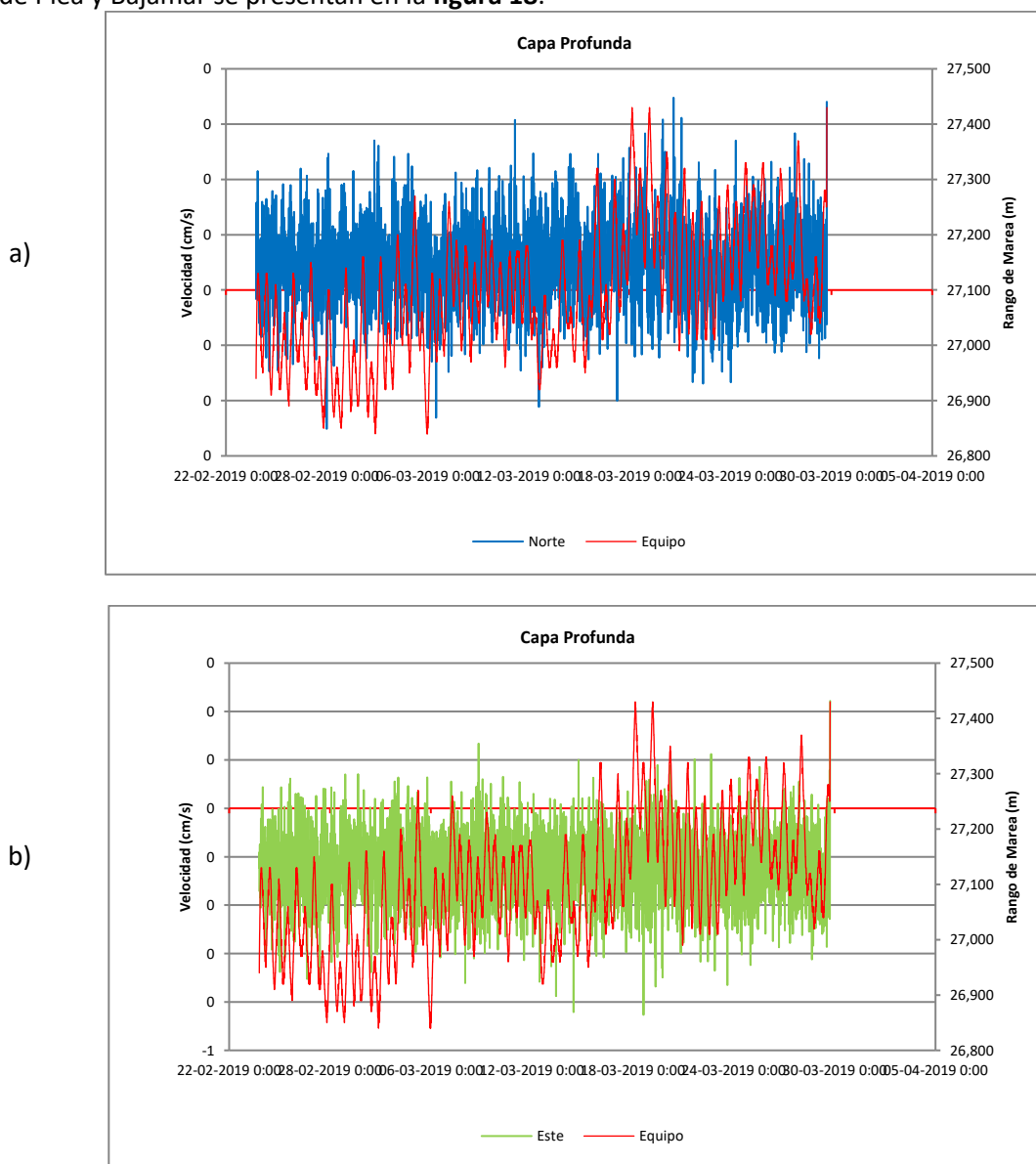


Figura 18 a) Componentes Norte versus altura de marea, b) Componente Este versus altura de marea.

El desplazamiento neto de la partícula para la celda de profundidad es, al igual que en el celda intermedia, hacia el Sureste, donde el movimiento de la partícula se desplaza aproximadamente 180 km al sur y poco más de 70 km al este respecto del punto de inicio (**Figura 19**).

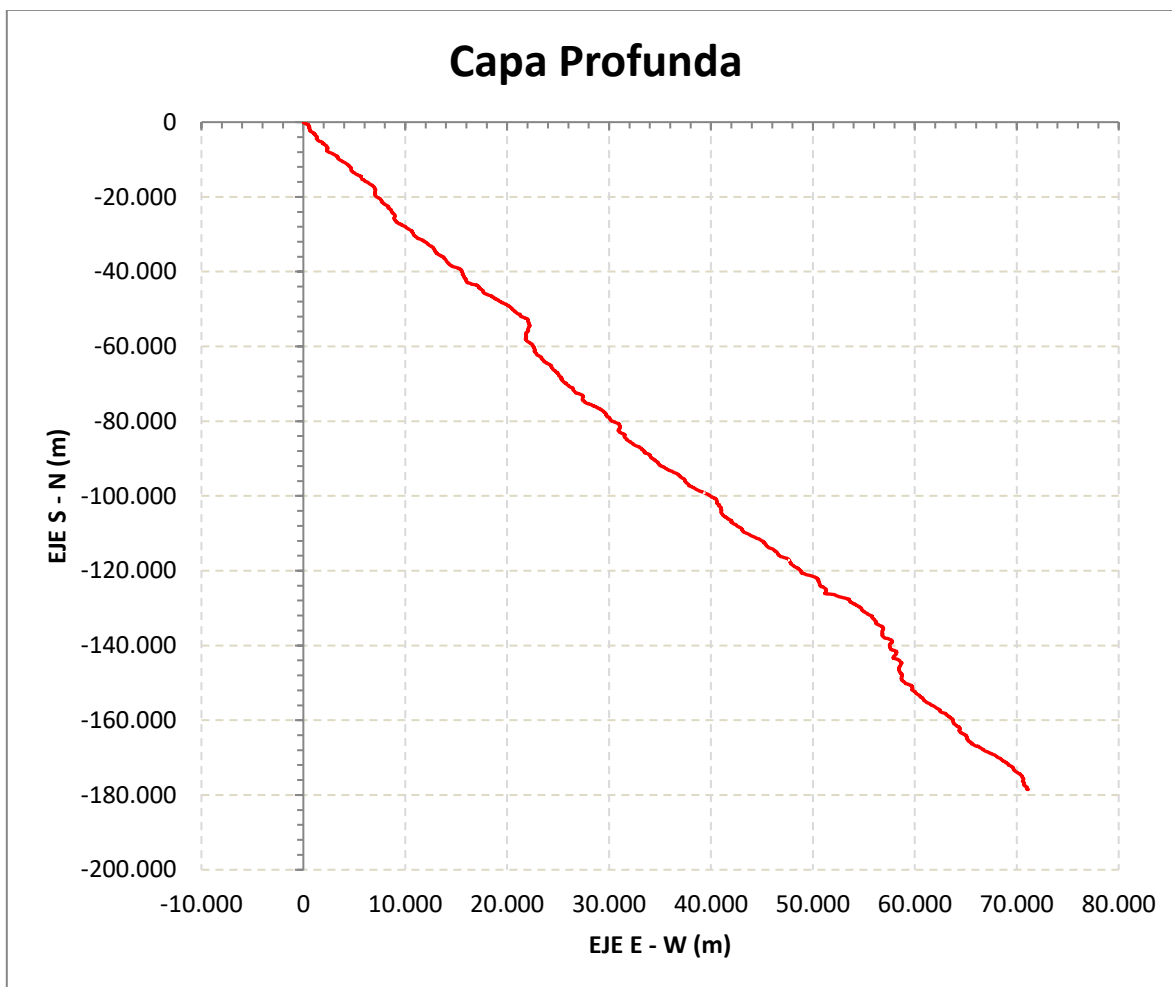
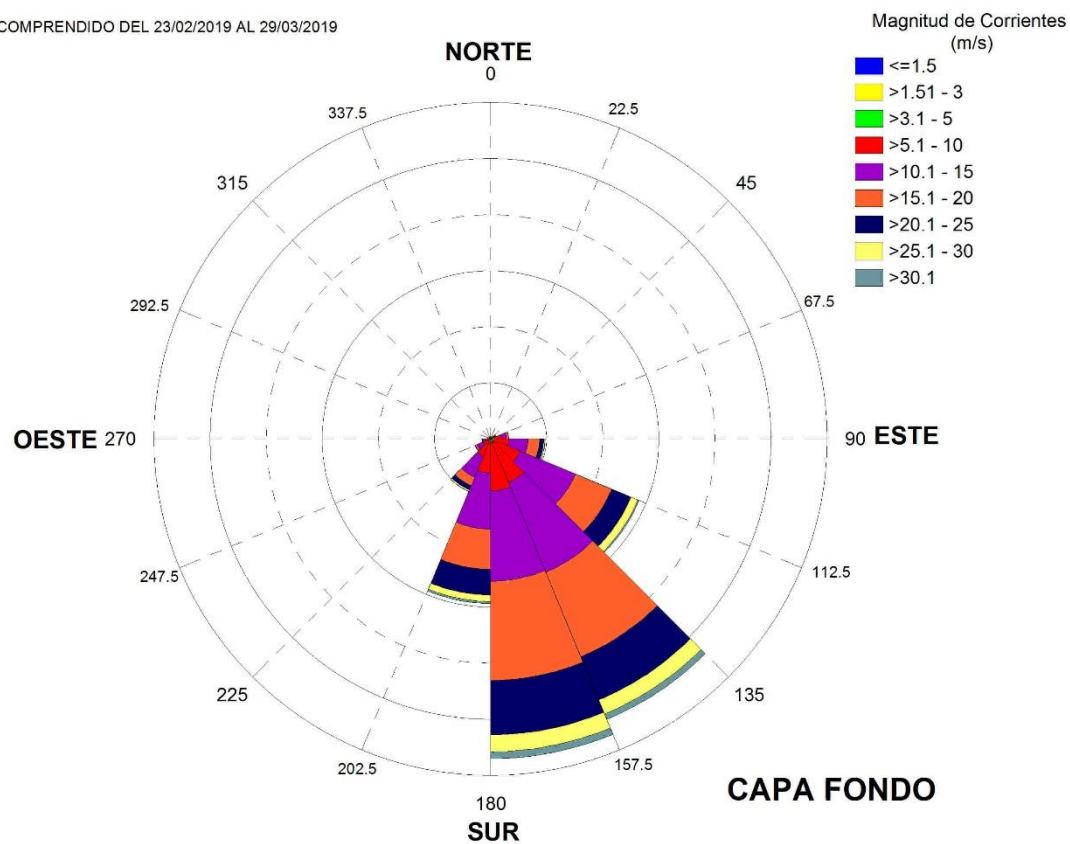


Figura 19. Vector Progresivo capa profunda.

La rosa de corrientes para esta capa muestra direcciones predominantes hacia el segundo cuadrante donde se observa también que los rangos de magnitud predominantes fueron los comprendidos entre 10 y 20cm/s (**Figura 20**).

PERIODO COMPRENDIDO DEL 23/02/2019 AL 29/03/2019



**Figura 20.** Rosa de corrientes capa profunda.

#### 4. COMENTARIOS FINALES

Las principales medidas de tendencia central correspondientes a los datos de corrientes por profundidad evidencian que la columna de agua presenta velocidades promedio de corrientes más bajas en el fondo y, a medida que el registro se acerca a la superficie, se observan intensidades mayores hacia la superficie. Las mayores magnitudes a nivel superficial obedecerían principalmente al viento, un elemento que estuvo presente de manera sostenida en el área de Puerto Natales en general y en el área de estudio en particular durante el periodo en que fue realizado el estudio de corrientes eulerianas.

El promedio general de toda la columna de agua fue de 22,8 cm/s; el valor mínimo observado fue de 0,7 cm/s a 18 metros de profundidad y el valor máximo observado fue de 126,9 cm/s, registrado en la celda más superficial, magnitud que como se indicó antes pudo haber estado influenciada por la presencia de viento en el sector. El máximo promedio menos intenso fue de 48,7 cm/s y se observó a 24 metros de profundidad, correspondiente a la celda de fondo. En el análisis de la estadística general, el intervalo de magnitudes que presentó la mayor frecuencia fue el comprendido en magnitudes comprendidas entre 10 y 15 cm/s, lo que representó el 22,4% de los registros, seguido por el intervalo comprendido entre 15 y 20 cm/s, lo que representó el 21,9% de los registros. Velocidades menores a 1,5 cm/s representaron un 0,05% del total de datos registrados y, por el contrario, valores de magnitud sobre 30 cm/s representaron el 19,5% del total de datos medidos.

Según ya se indicó, en el análisis de frecuencia para toda la columna de agua, el intervalo que acumuló las mayores frecuencias fue la del intervalo comprendido entre 10 a 15cm/s y luego por el intervalo entre 15 a 20cm/s con frecuencias de 22,4% y 21,9% respectivamente. Velocidades menores a 1,5 cm/s representaron el 0,05% del total de datos medidos. Por otro lado, se observó que el 19,5% de los registros presentaron magnitudes mayores a 30cm/s.

Para el caso de las direcciones, considerando las capas analizadas para nivel superficial, medio y de fondo, se observan flujos principalmente hacia el este en la capa superficial; en la celda intermedia y en la capa de fondo se observaron flujos hacia el sur y sureste prácticamente con las mismas frecuencias para cada componente. Al analizar toda la columna de agua, se observa que los mayores flujos fueron hacia el sur y sureste con frecuencias de 35% y 35,1%. En menor medida se observaron igualmente direcciones generales hacia el segundo cuadrante con flujos hacia el este y suroeste con frecuencias de 15,3% y 8,2% respectivamente. No se observaron direcciones asociadas a la componente norte, lo que podría estar explicado por la posición geográfica de la concesión de acuicultura. Las direcciones al noreste fueron las más representativas, aunque apenas tuvieron una frecuencia del 3,8% del total de datos medidos.



**Servicios y Asesorías Ambientales***Buin 367 – Puerto Montt**Teléfono: 65-2752179 – 65 2714278*[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)**ANEXOS**

**Servicios y Asesorías Ambientales***Buin 367 – Puerto Montt**Teléfono: 65-2752179 – 65 2714278*[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)**ANEXO 1****ARCHIVO DE PREFONDEO****DATOS CRUDOS DE CORRIENTES (Sólo Formato Digital)****RESOLUCIÓN SHOA**

**Servicios y Asesorías Ambientales***Buin 367 – Puerto Montt**Teléfono: 65-2752179 – 65 2714278*[info@ecosistema.cl](mailto:info@ecosistema.cl)[www.ecosistema.cl](http://www.ecosistema.cl)