

**TALLER**  
**ESTUDIOS SOBRE ALGAS NOCIVAS EN EL MARCO DEL REGLAMENTO SOBRE PLAGAS**  
**HIDROBIOLÓGICAS, 2013**



**PATRONES DE CIRCULACIÓN EN EL SECTOR SUR DE**  
**CHILÓE Y NORTE DE AYSÉN**

**ELÍAS PINILLA MATAMALA**  
**Instituto de Fomento Pesquero – IFOP**  
**División de Investigación en Acuicultura**  
**25 DE JUNIO DE 2013**

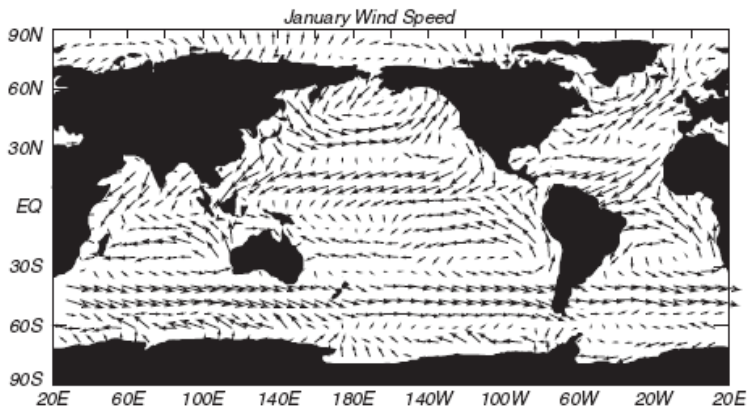
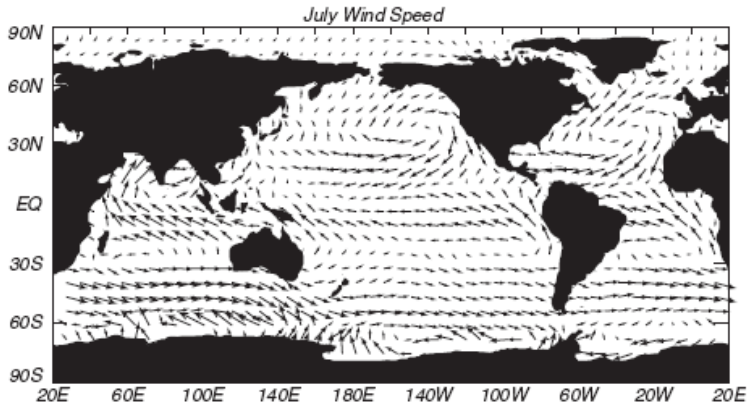
# Corrientes

- Las corrientes son producidas por el viento, diferencias de densidad entre masas de agua o desnivel del mar. La influencia de la marea, en las corrientes en mares interiores, tiene gran importancia, debido a que las variaciones de altura son de gran amplitud en esta zona, respecto a las variaciones del nivel del mar en zonas oceánicas.

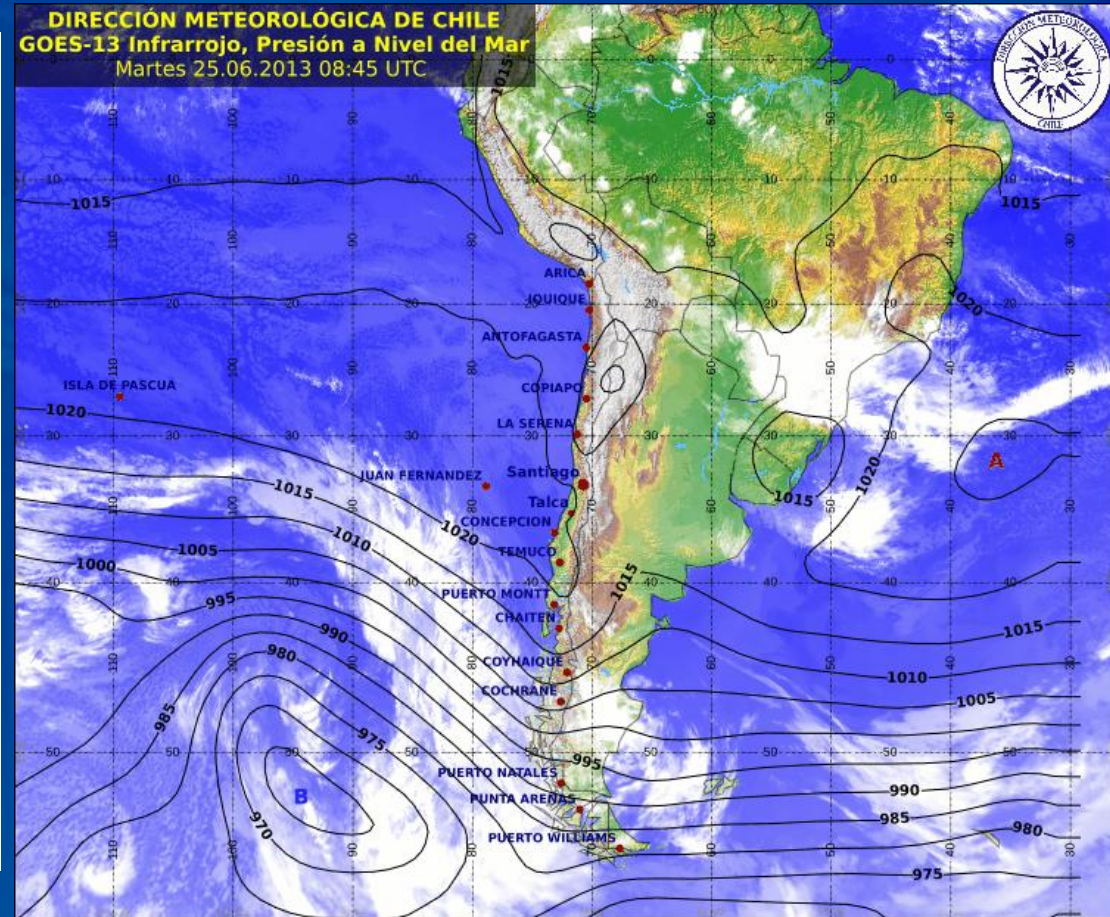


# VIENTO

invierno



verano





# Flujos de agua dulce

Esta zona es afectada continuamente por vientos del oeste y por el paso frecuente de sistemas frontales.

Los canales y fiordos reciben la descarga de agua dulce desde ríos, escorrentía superficial y agua subterránea y es alimentado por un fuerte régimen de precipitaciones.

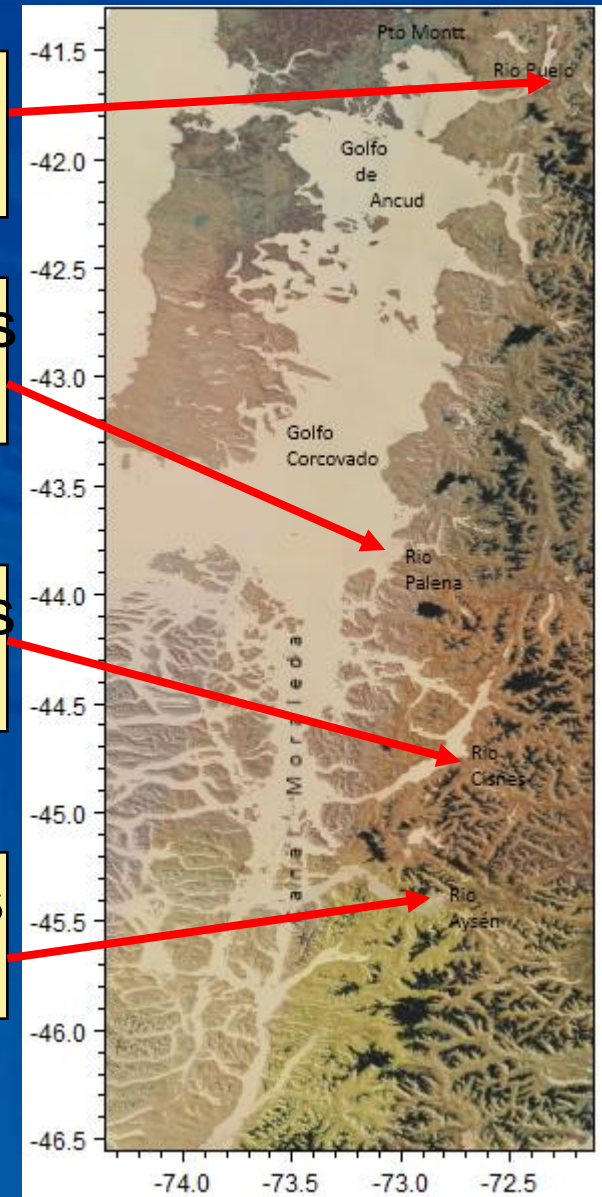
Además de los ríos principales existen una enorme cantidad de efluentes de pequeño y mediano caudal, tal que, la suma total de los pequeños aportes muchas veces supera a los ríos principales.

Río Puelo 670 m<sup>3</sup>/s  
3300 - 4500 mm.

Río Palena 700 m<sup>3</sup>/s  
4000 mm

Río Cisnes 700 m<sup>3</sup>/s  
4.298 mm.

Río Aysén 628 m<sup>3</sup>/s  
2.961 mm.



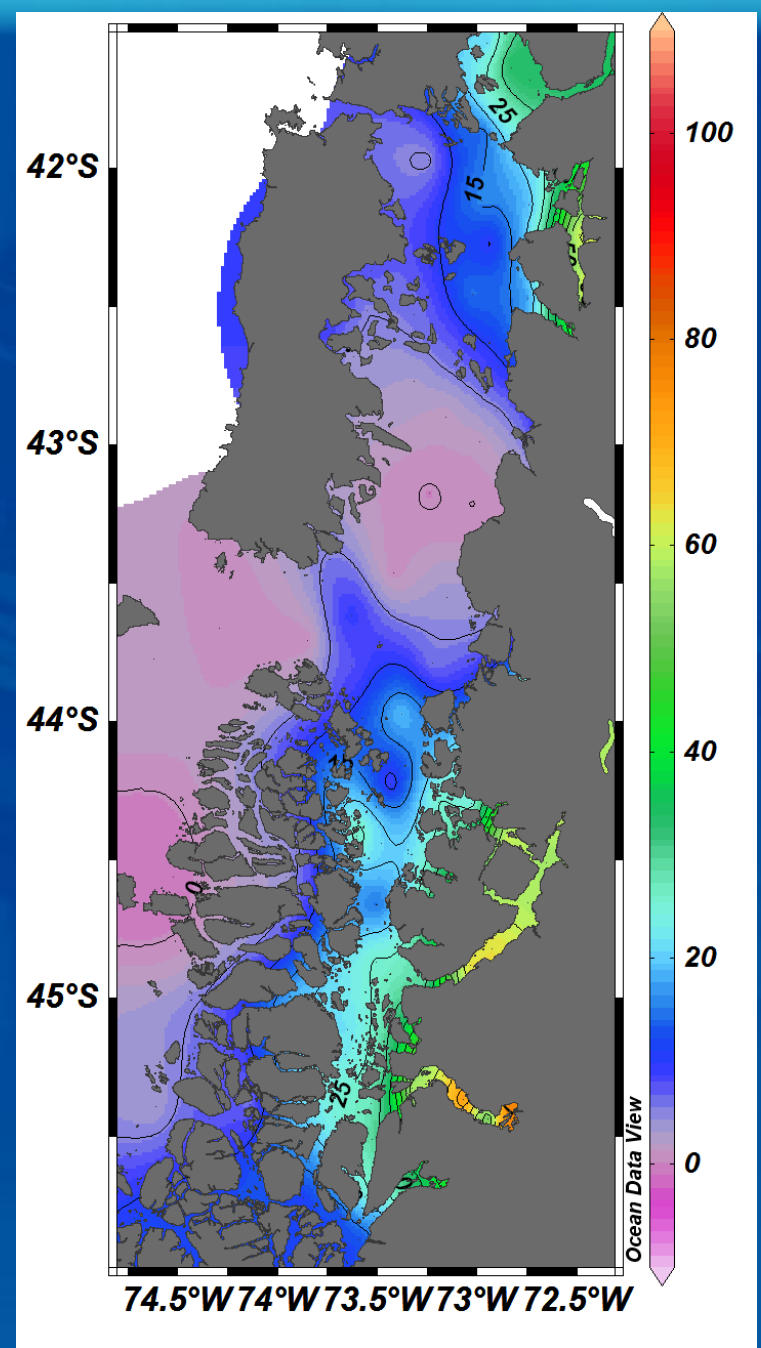
# Estratificación y mezcla

Frecuencia de Brunt-Vaisala (5m)

Valores menores > mezcla

Valores mayores > estratificación

$$N = \sqrt{\frac{g \partial \rho}{\bar{\rho} \partial z}}$$



# Geomorfología

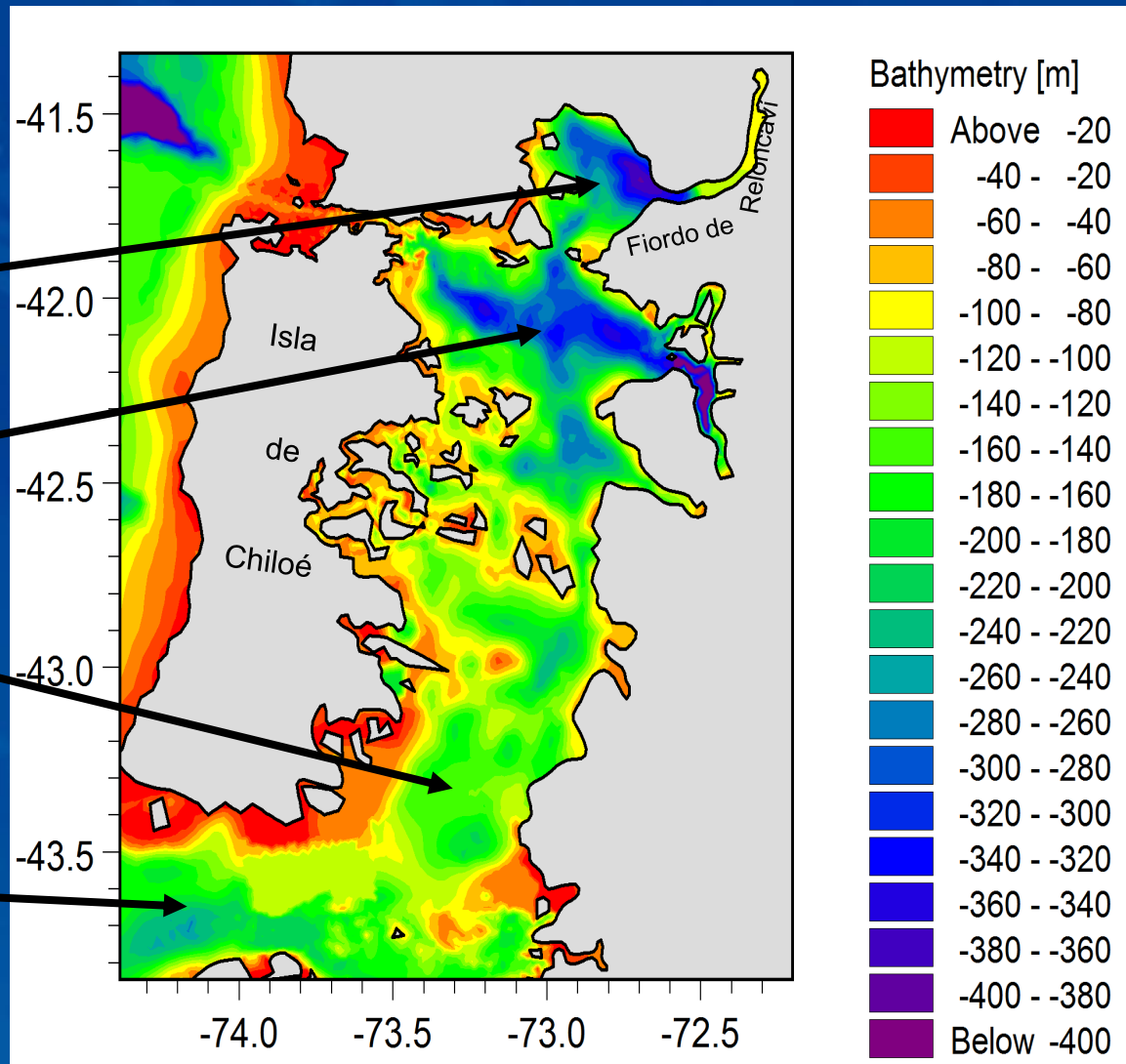
3 subcuencas limitadas  
por constricciones batimétricas:

Seno Reloncaví

Golfo de Ancud

Golfo Corcovado

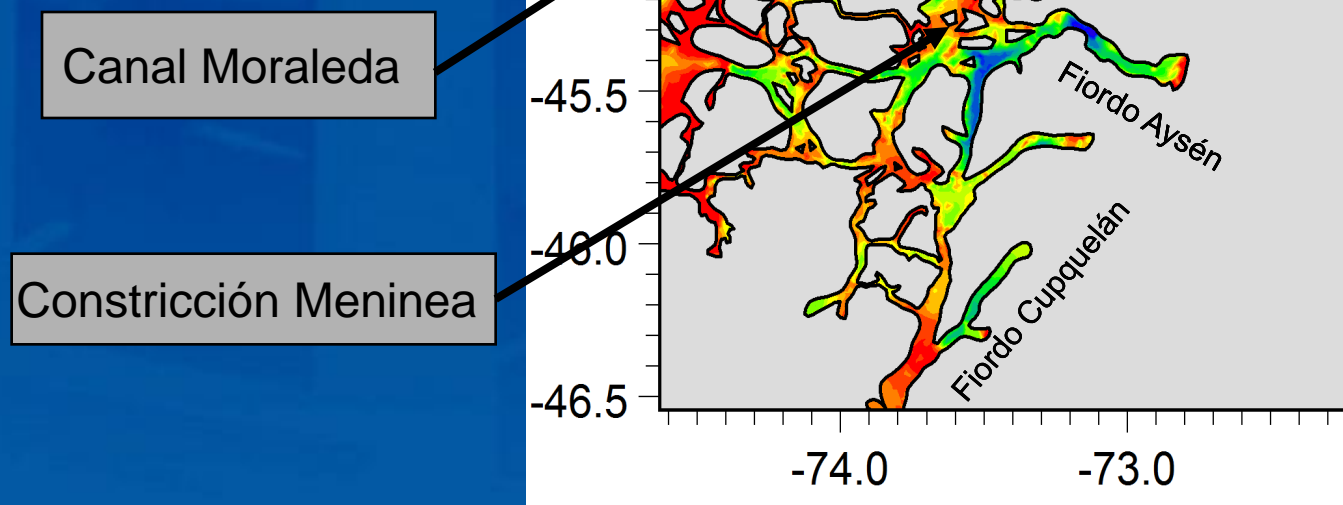
Boca del Guafo



## Región de Aysén

# Geomorfología

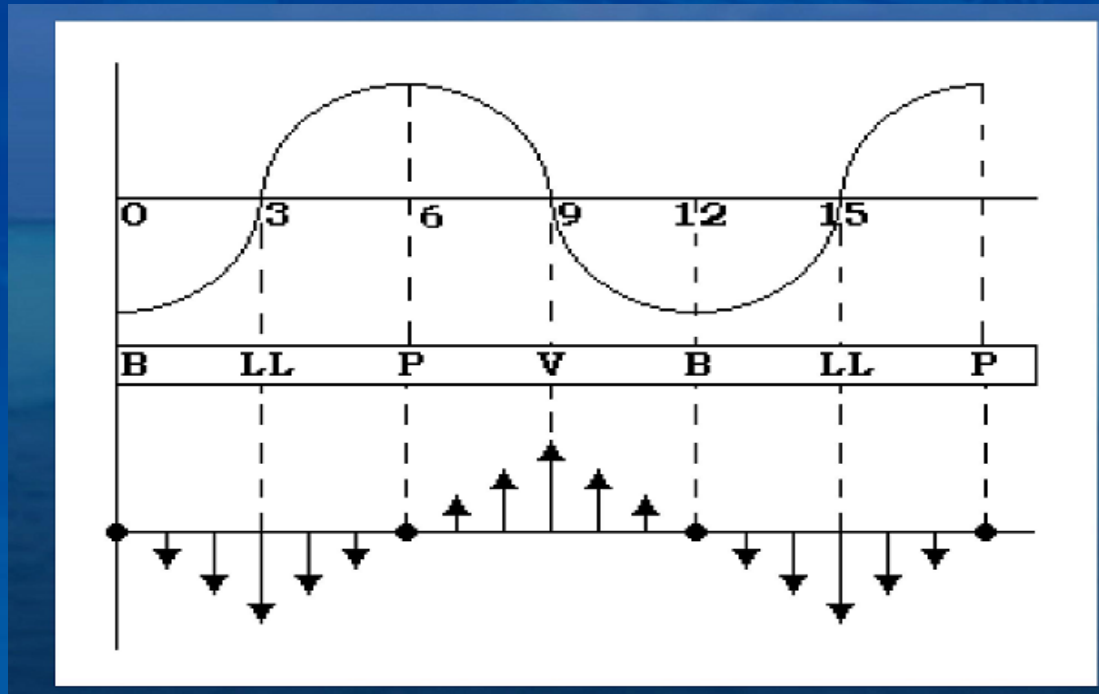
La constricción de Meninea, separa al canal Moraleda de los canales Aysén, Quintralco, Cupquelán, Costa y Elefantes en dos cuencas. La cuenca al norte de la constricción está conectada al mar por la boca del Guafo, mientras que la cuenca sur, esta semi aislada de la influencia del océano.





# Marea

- Las corrientes forzadas por la oscilación de marea son movimientos horizontales asociados a la elevación (pleamar) y depresión (bajamar) del nivel del mar.
- En la zona costera estos movimientos, generalmente, son elípticos y rotatorios, mientras que en zonas donde la dirección de la circulación es restringida como en ríos, estrechos, canales y fiordos, las corrientes son reversibles.
- Debido a este comportamiento reversible se genera un momento donde la magnitud de la corriente es cero, conocido como estoa.



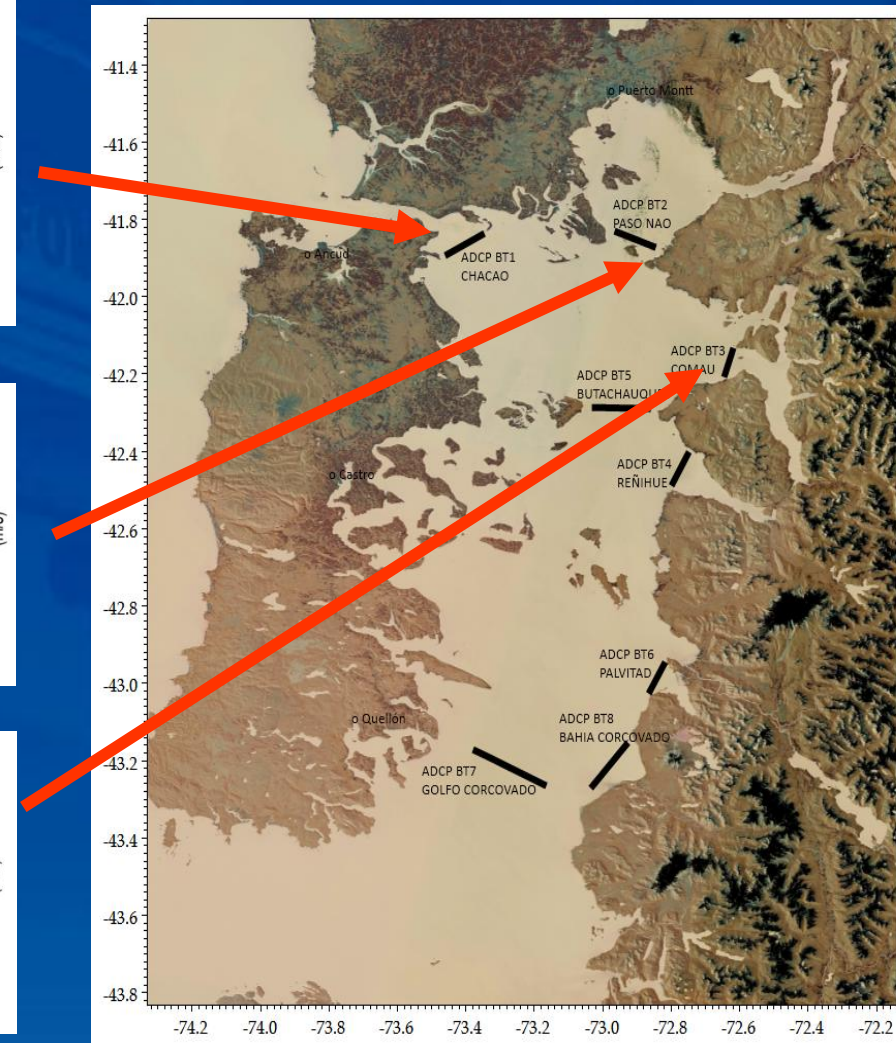
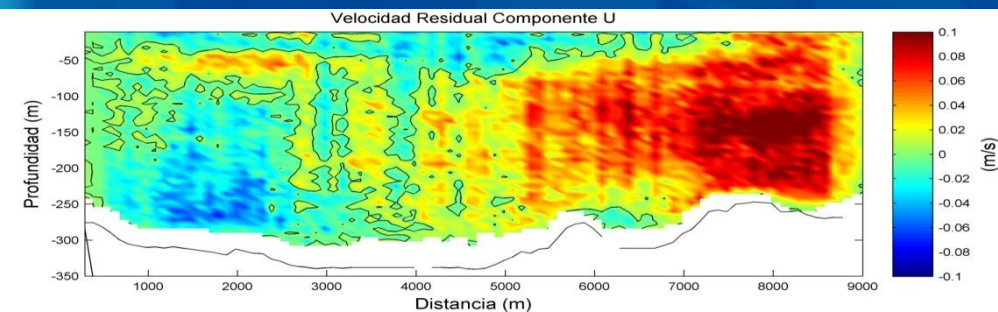
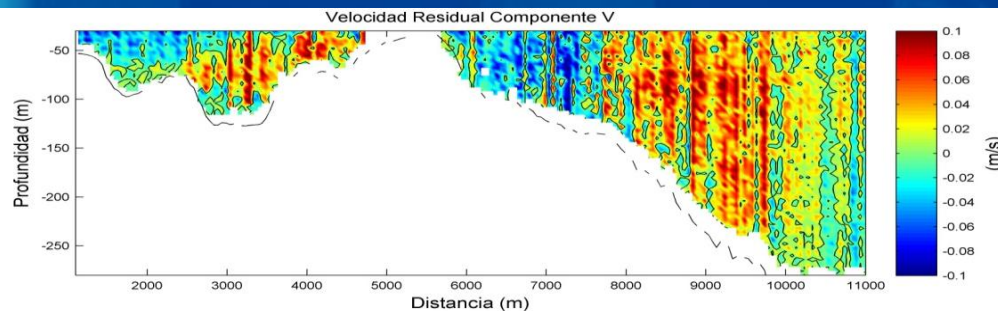
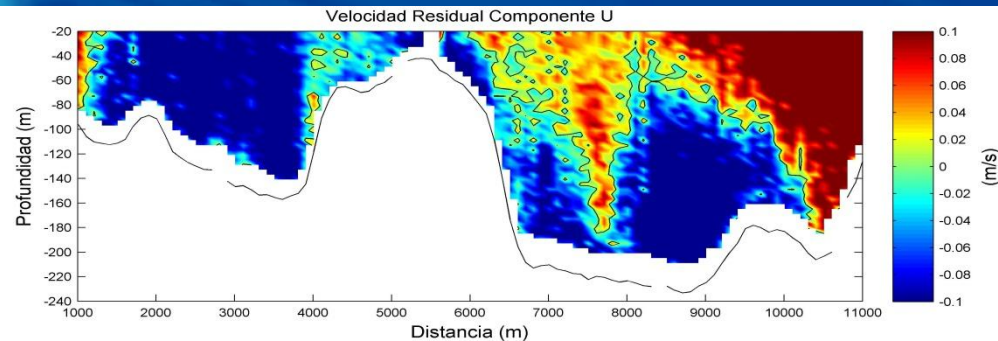




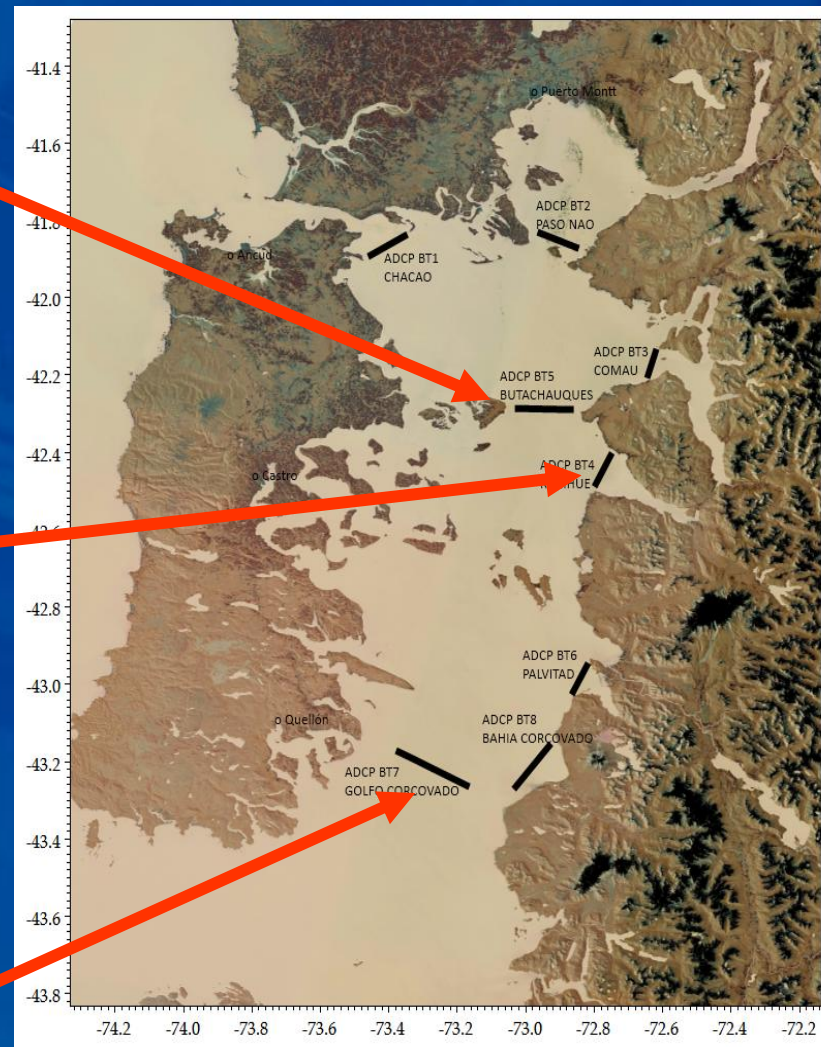
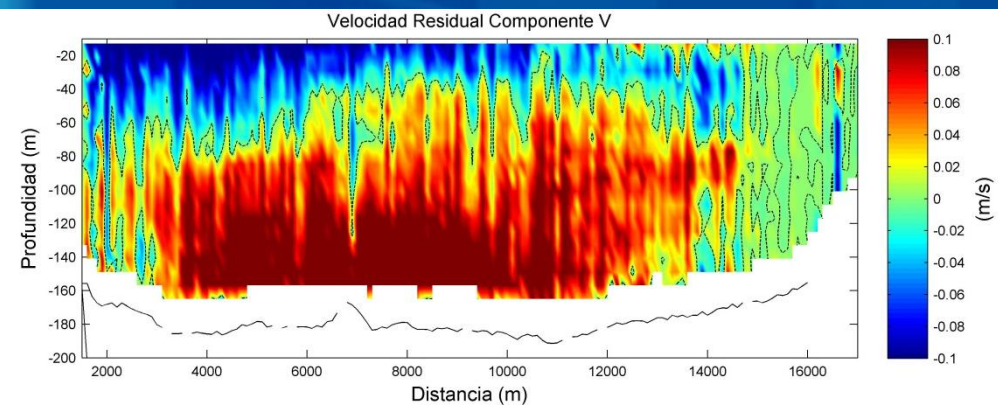
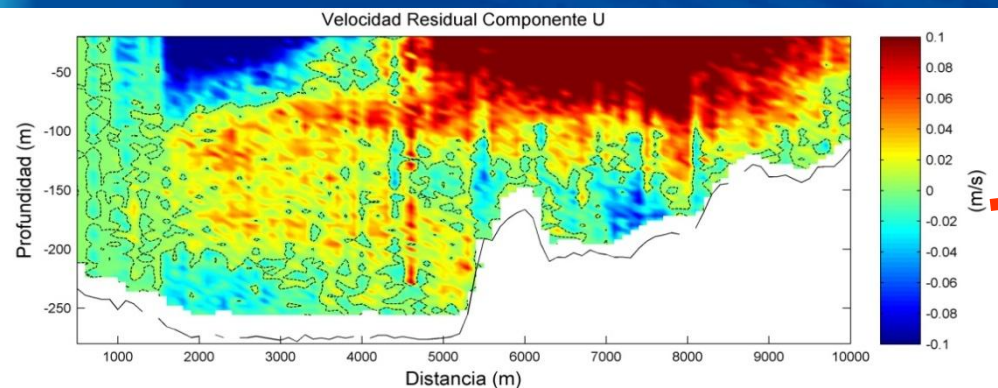
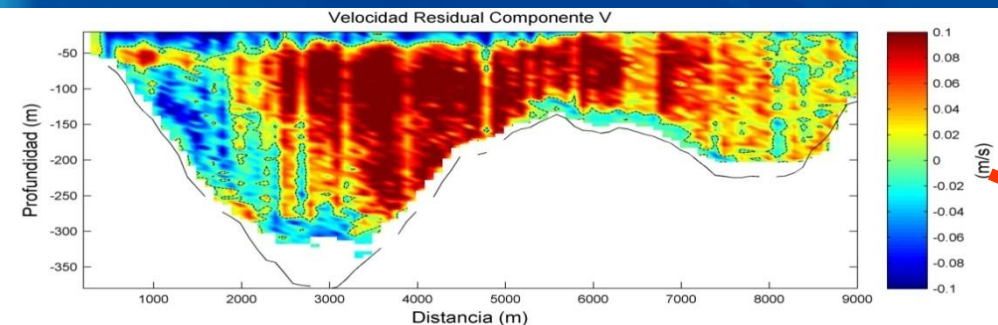
# Mediciones

I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O

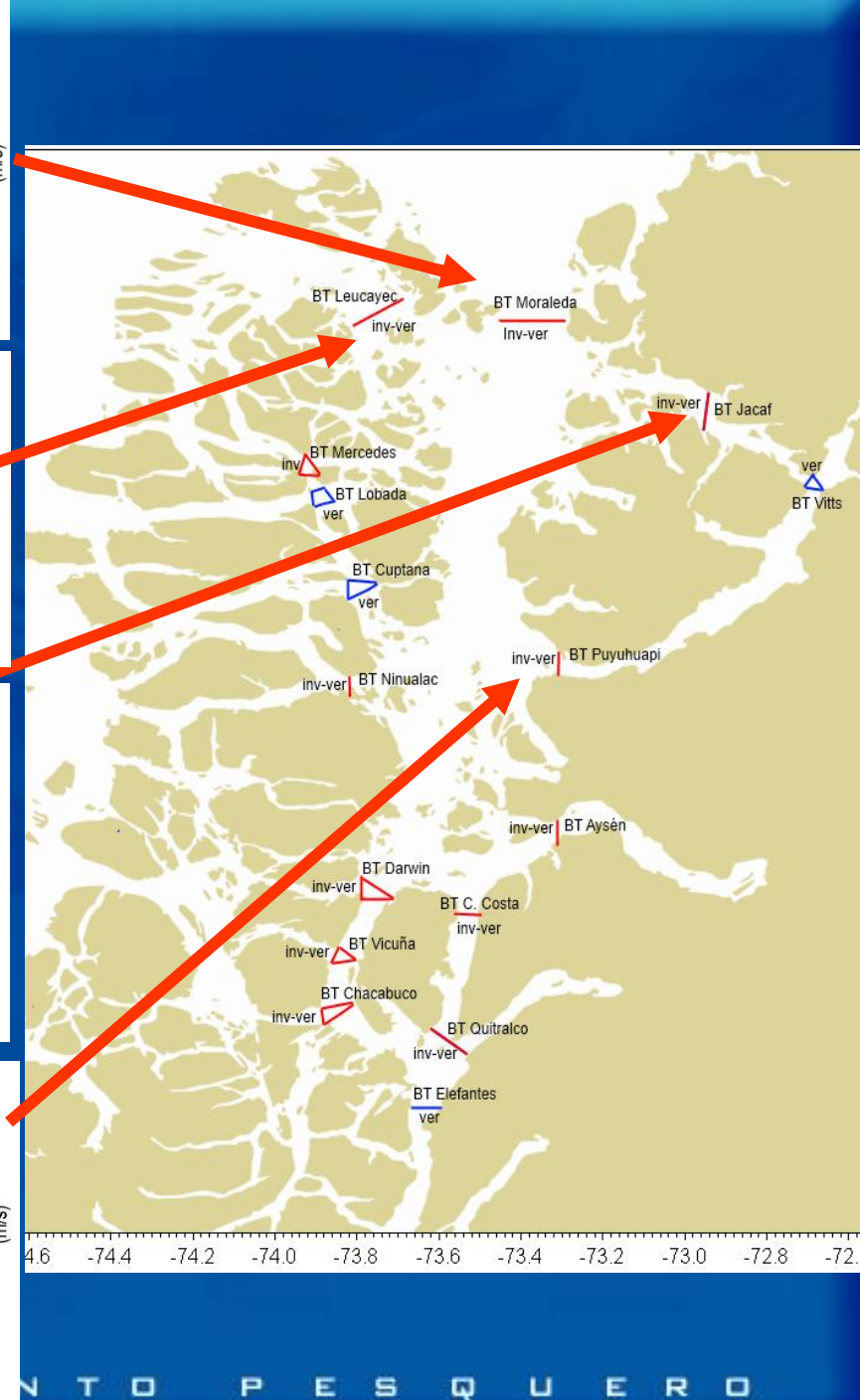
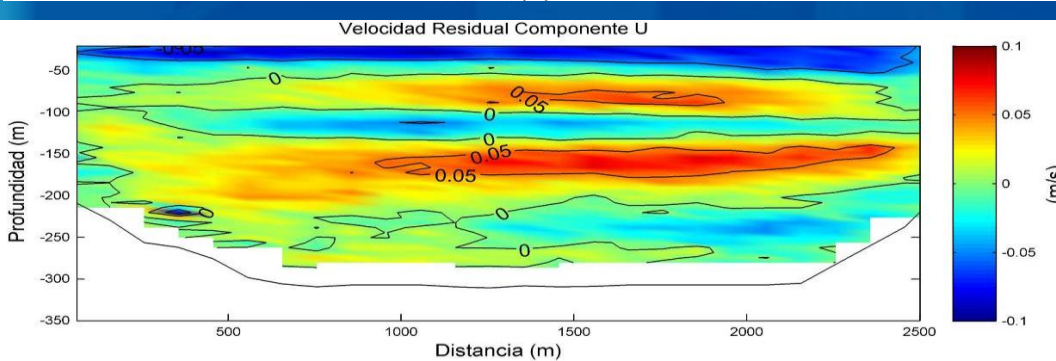
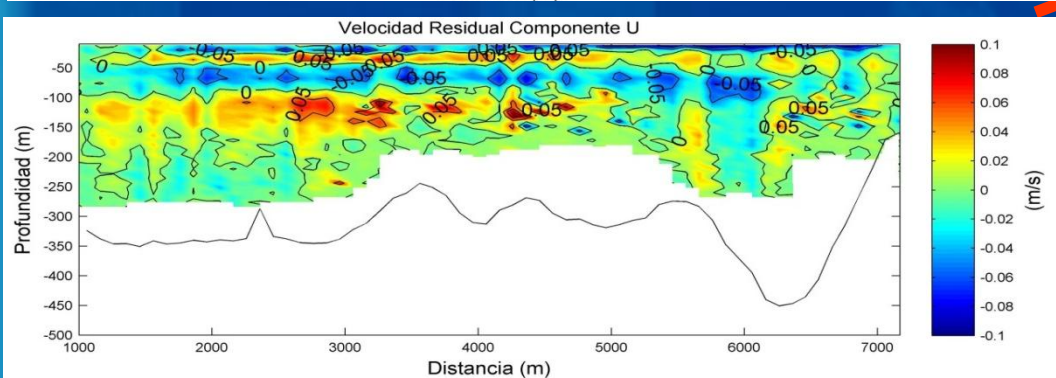
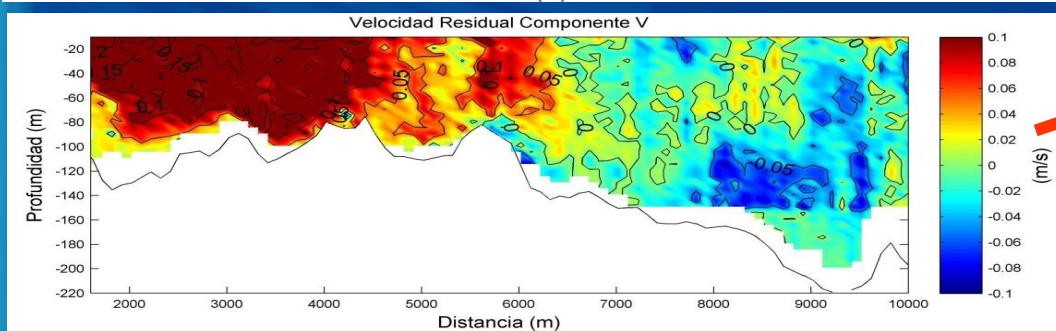
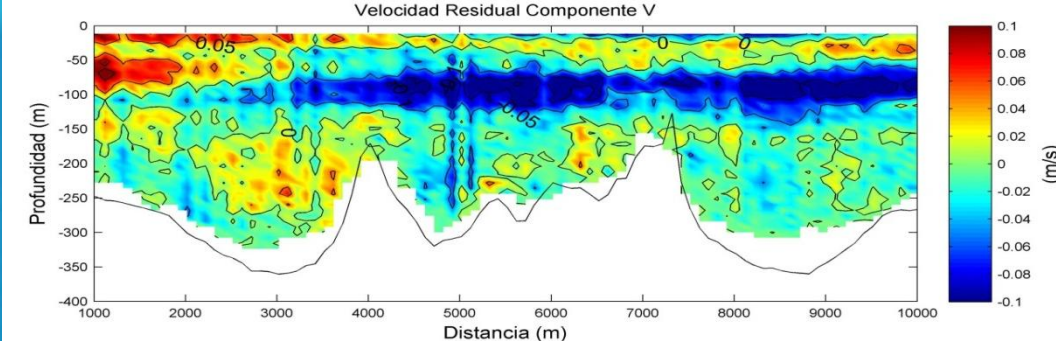
# Resultados proyecto caracterización oceanográfica Mar interior de Chiloé



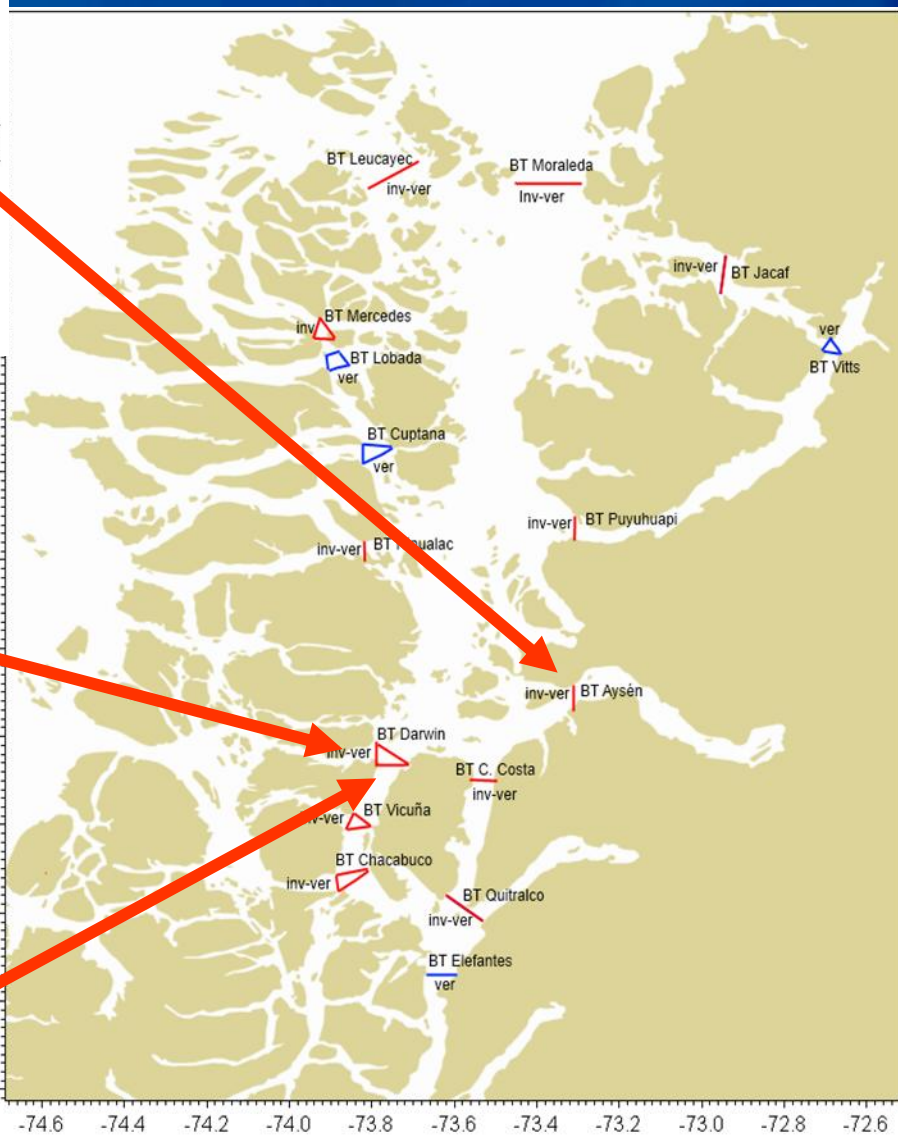
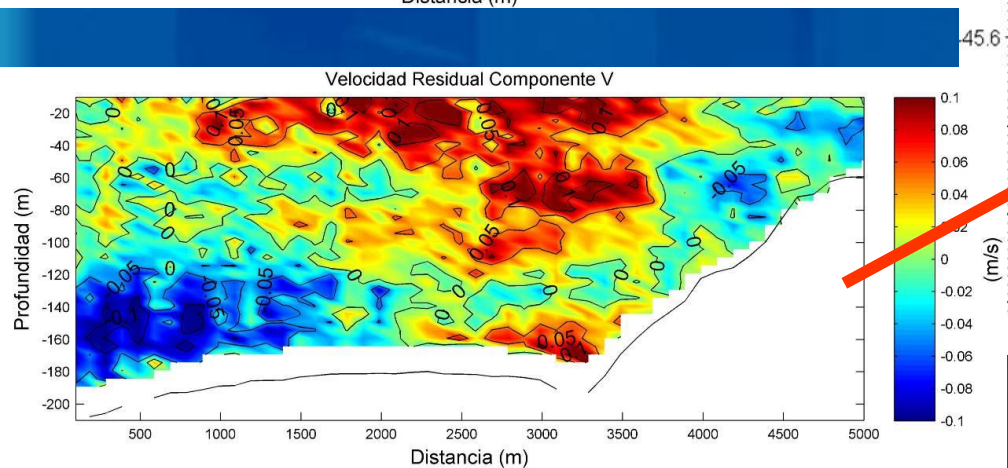
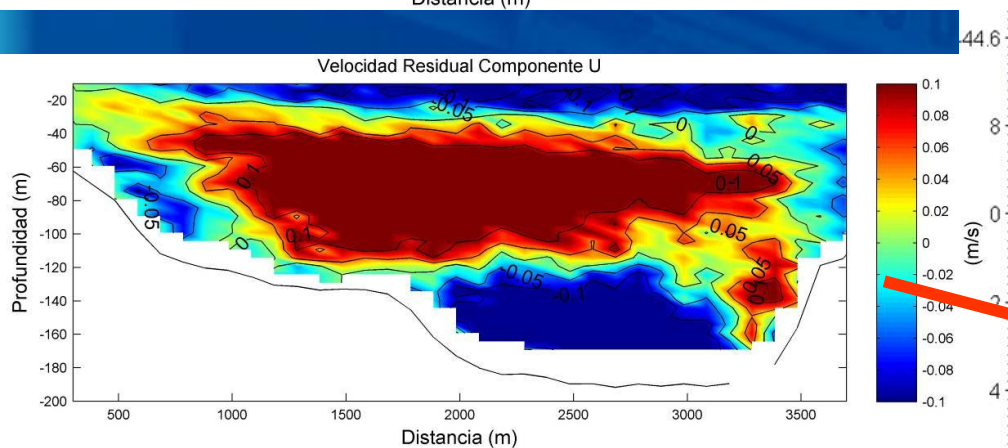
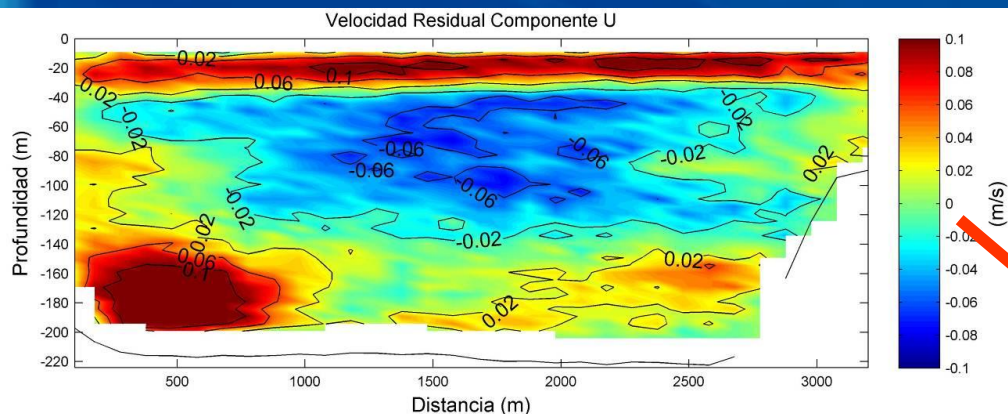












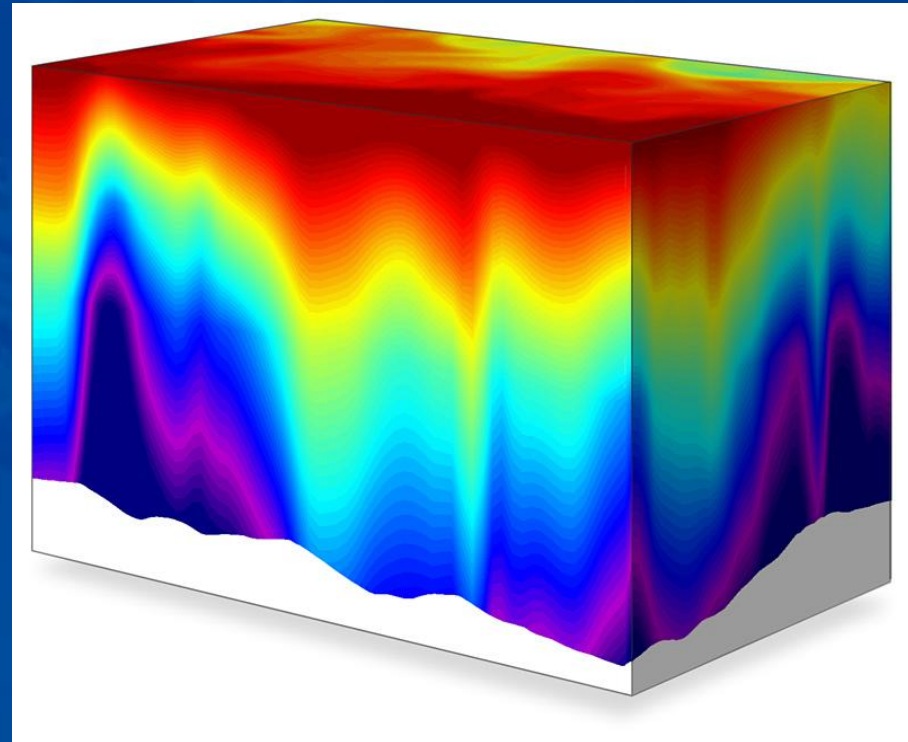
# Modelos numéricos

- Herramientas computacionales cuyo objetivo es la representación de un fenómeno natural (física del océano y/o la atmosfera).



# Modelo numérico hidrodinámico

- Tridimensionales: mejor representación de la física (sistema de fiordos)
- Es el sistema básico para acoplar módulos de: dispersión de partículas, biológicos, químicos, etc.



# Modelo numérico hidrodinámico

- Incorporar la variabilidad del sistema (forzantes)
- Deben ser evaluados, calibrados y validados.

# Metodología

## El movimiento

### Mediciones de campo con instrumentos oceanográficos

- Comprender el sistema de circulación marina

## La partícula

### Estudios experimentales de virus ISA

- Comprender las características de la partícula que se dispersa

## La herramienta

### Modelo hidrodinámico

- Describe el sistema de circulación marina mediante ecuaciones matemáticas.
- Simulación de escenarios de dispersión de partículas (virus ISA, patógenos, etc.)



# Patrones de circulación y dispersión de partículas

(virus, patógenos,  
materia orgánica etc.)

Forzantes.

De que depende?

Marea

(cambios diarios,  
semanales, etc.)

+

Viento

(tormentas,  
estaciones del año)

+

Agua dulce

(ríos, precipitación,  
deshielos)

+

Topografía

(islas, canales,  
fiordos, bahías)

## Campañas oceanográficas

Medición con instrumental de última generación,  
pero de **alto costo**. Aún insuficientes

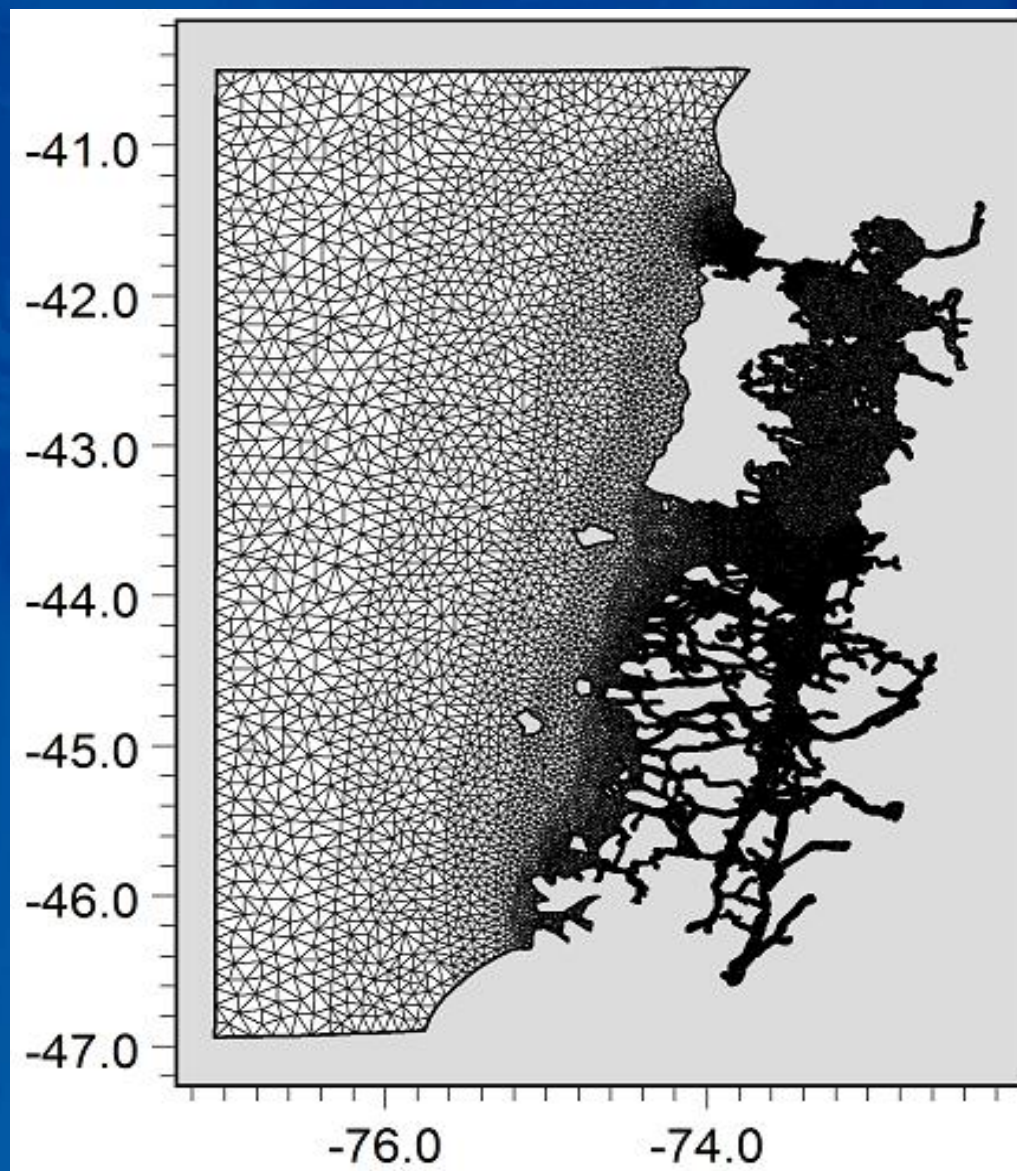
## Modelo hidrodinámico

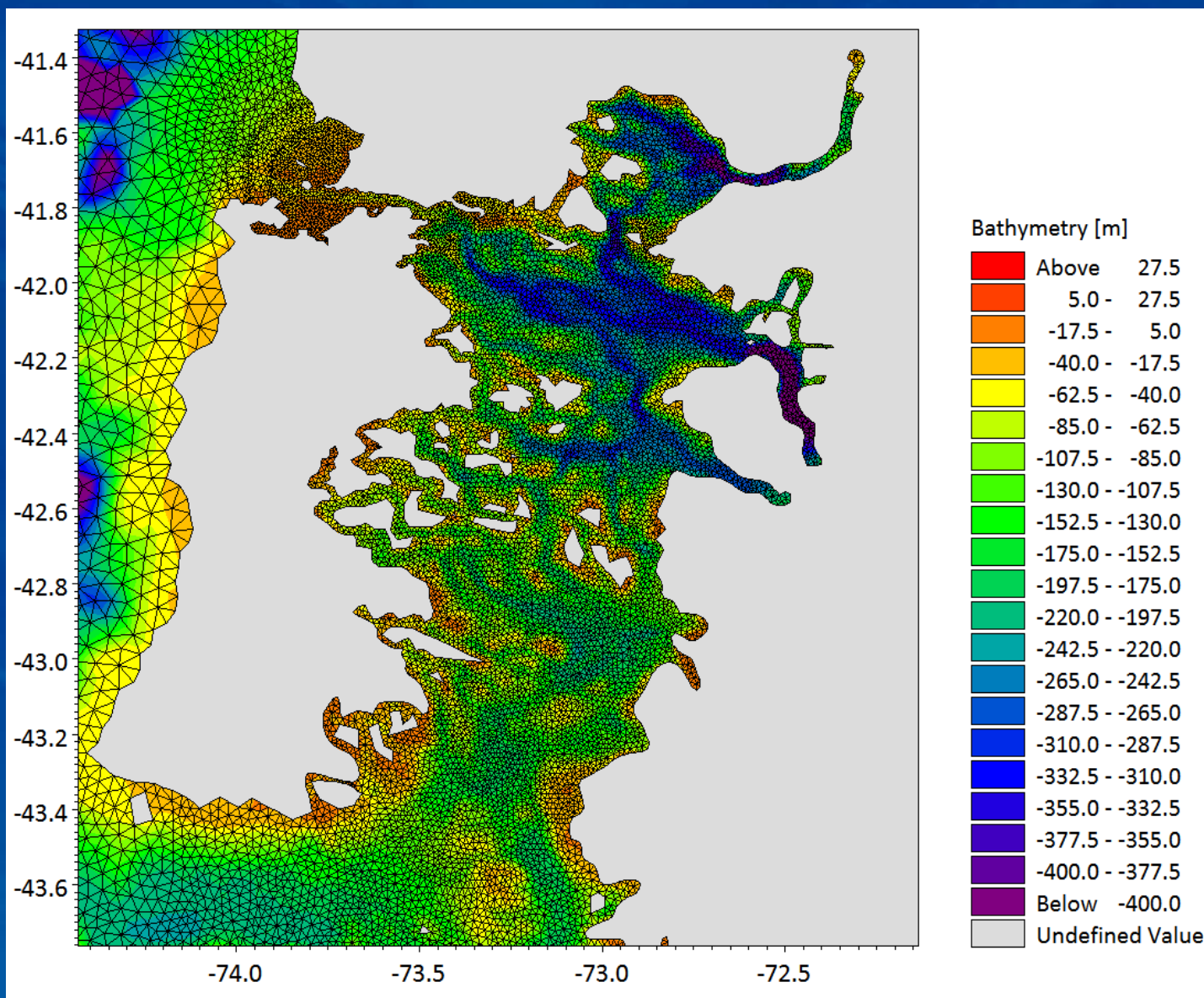
Se evalúa y calibra con observaciones

# Dominio

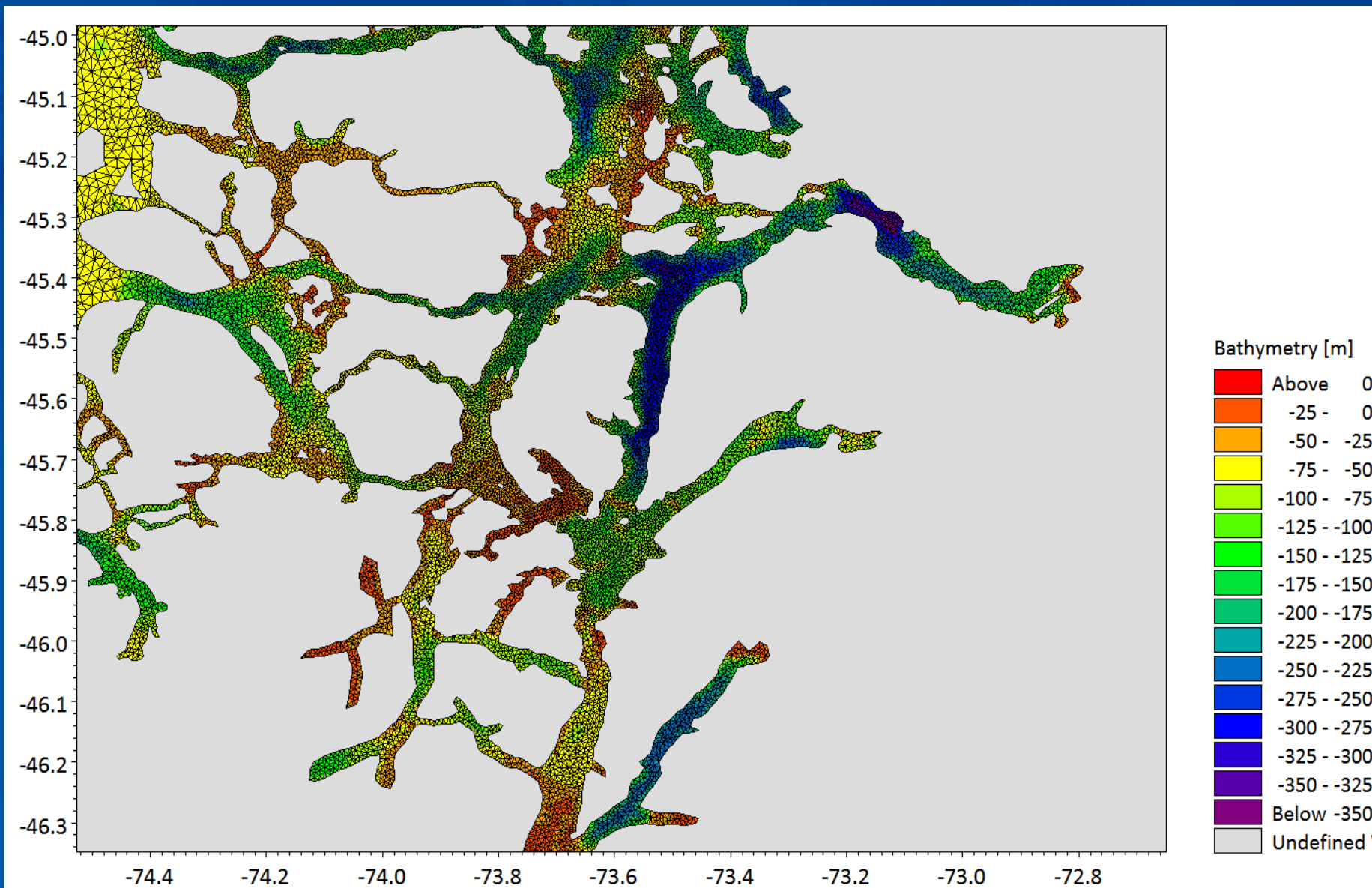
Dominio modelo MIKE 3 con batimetrías monohaz y multihaz compiladas de GEBCO y cartas SHOA

- Dominio modelo MIKE 3 con elementos triangulares.
- Densidad de elementos aumenta en las zonas costeras y someras (resolución máx. 250 m)
- En la vertical  
30 capas coordinadas sigma

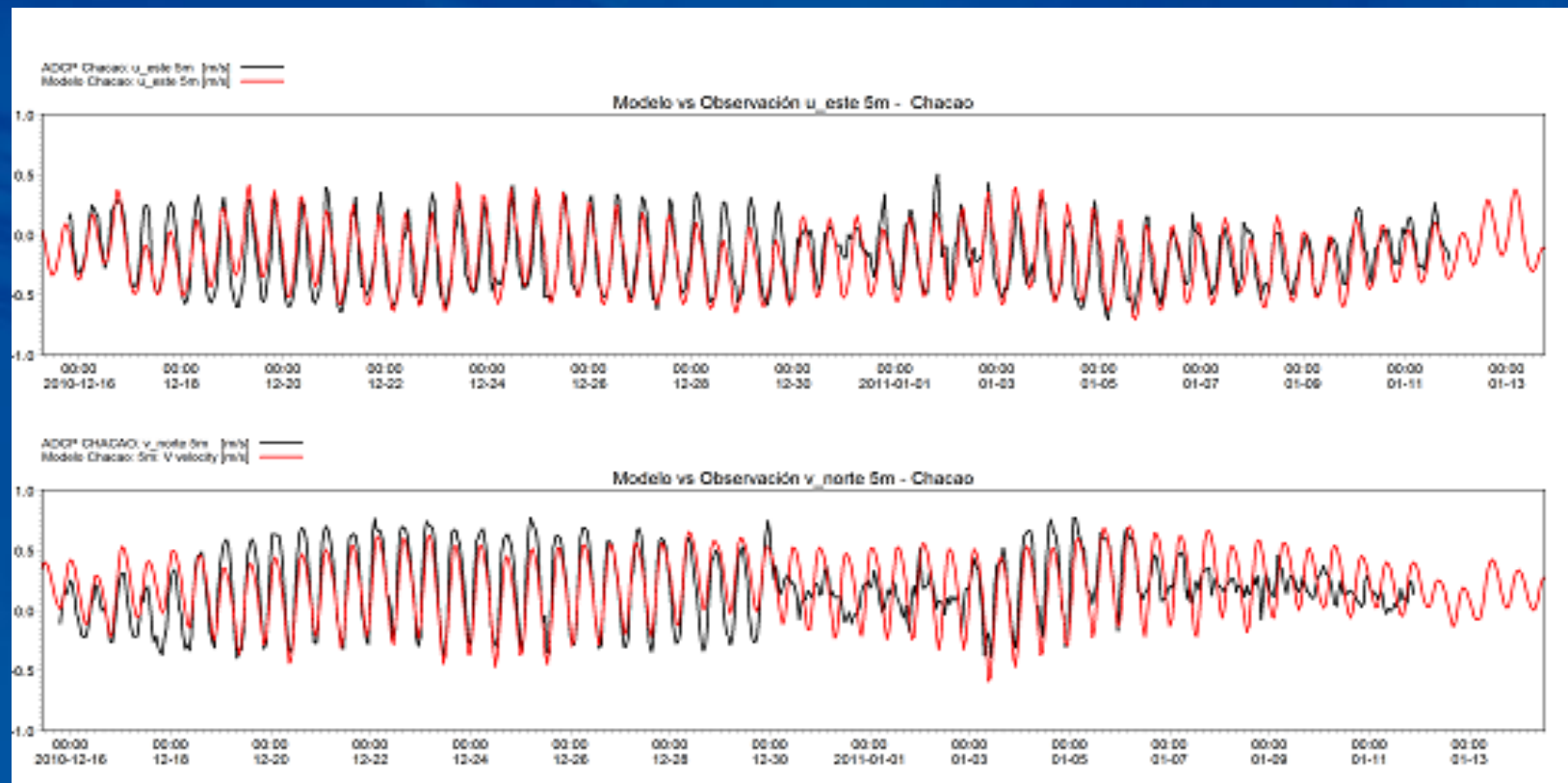






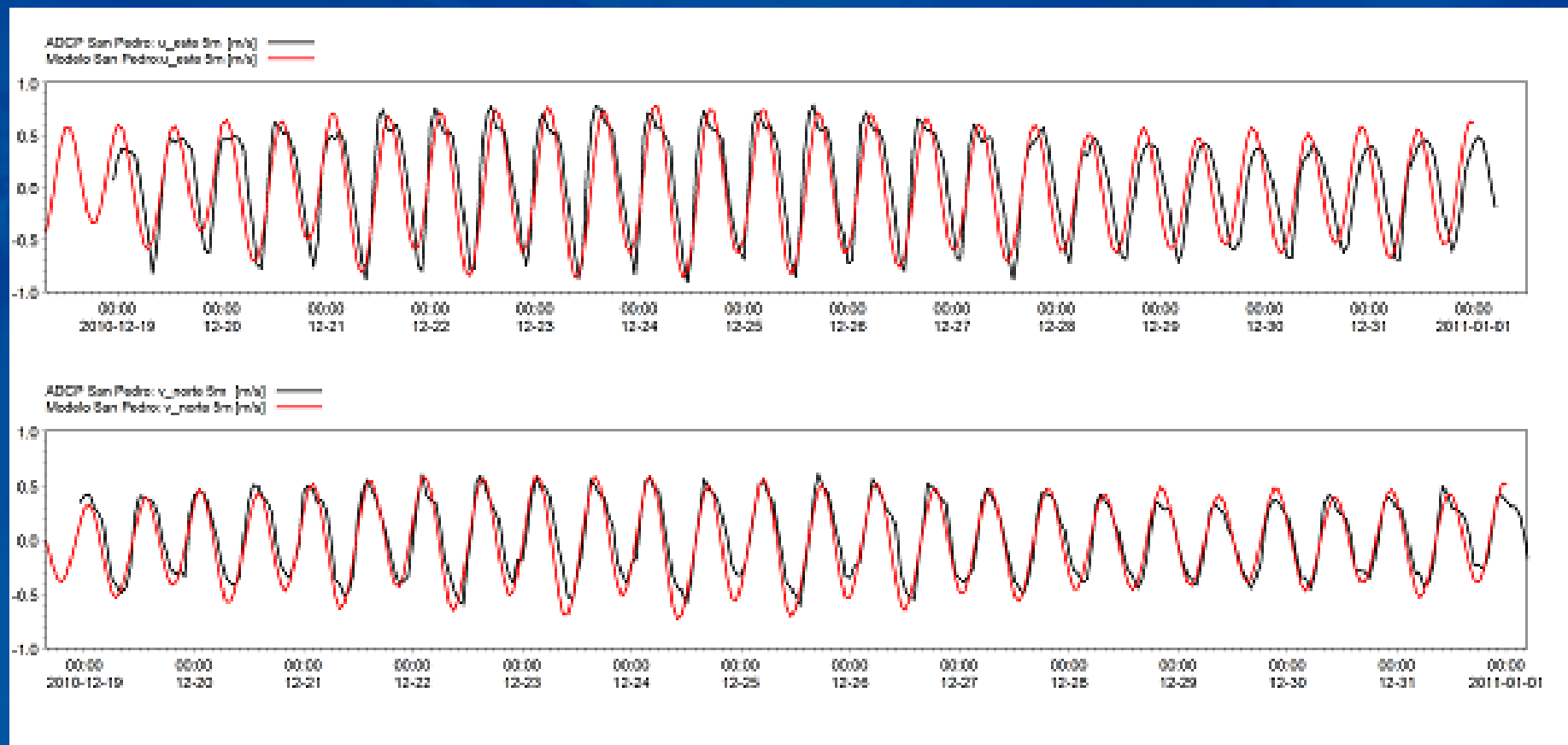


# Validación modelos



5 m.		Velocidad		Dirección	
Rangos	Eventos	Acierto	Desacierto	Acierto	Desacierto
0,7 - 1,0	119	71.4 %	28.6 %	100 %	0 %
0,3 - 0,7	271	60.5 %	39.5 %	82.3	17.7 %
0,0 - 0,3	261	78.5 %	21.5 %	51.3	48.7 %
Promedio		70.1 %	29.9 %	78 %	22 %

	MEAN	BIAS	RMSE	BIAS/MEAN	Scatter Index (RMS/MEAN)	Correlación
u_este 5m	-0,18	-0,02	0,15	0,09	-0,85	0,84
u_este 10m	-0,16	0,08	0,18	-0,51	-1,15	0,89
u_este 20m	-0,12	-0,01	0,11	0,12	-0,96	0,92
u_este 30m	-0,07	0,01	0,11	-0,16	-1,55	0,91
u_este 40m	-0,02	0,02	0,1	-0,75	-4,35	0,88
v_norte 5m	0,19	0,01	0,21	0,03	1,09	0,73
v_norte 10m	0,16	0,11	0,23	0,7	1,43	0,75
v_norte 20m	0,13	0	0,18	0	1,33	0,84
v_norte 30m	0,13	0,01	0,15	0,11	1,16	0,88
v_norte 40m	0,12	0,01	0,13	0,08	1,04	0,88

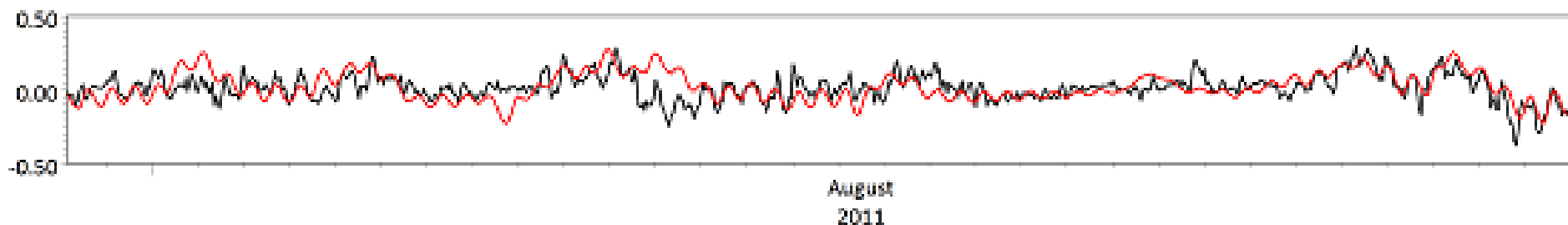


5 m.		Velocidad		Dirección	
Rangos	Eventos	Acierto	Desacierto	Acierto	Desacierto
0,7 - 1,0	86	77.9 %	22.1 %	100 %	0 %
0,3 - 0,7	172	59.3 %	40.7 %	79 %	21 %
0,0 - 0,3	52	59.6 %	40.4 %	25 %	75 %
Promedio		65.6 %	34.4 %	68 %	32 %

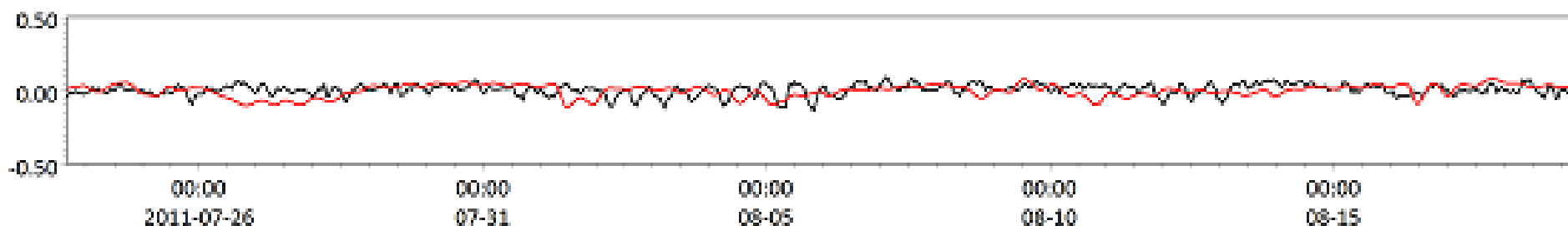
	MEAN	BIAS	RMSE	BIAS/MEAN	Scatter Index (RMS/MEAN)	Correlación
u_easte 5m	0,07	-0,07	0,27	-1,09	3,98	0,84
u_easte 10m	0,08	-0,09	0,29	-1,19	3,67	0,84
u_easte 20m	0,09	-0,11	0,31	-1,28	3,46	0,84
u_easte 30m	0,1	-0,14	0,32	-1,37	3,16	0,86
u_easte 40m	0,24	-0,09	0,32	-0,37	1,34	0,87
v_norte 5m	0,04	0,05	0,14	-1,49	3,92	0,93
v_norte 10m	0,05	-0,02	0,13	-0,49	2,98	0,93
v_norte 20m	0,07	-0,1	0,2	-1,42	2,98	0,92
v_norte 30m	0,08	-0,1	0,23	-1,27	2,79	0,9
v_norte 40m	0,08	-0,1	0,28	-1,2	3,45	0,83



ADCP COMAU: u\_este 5m [m/s] —  
 Modelo\_COMAU: u\_este 5m [m/s] —

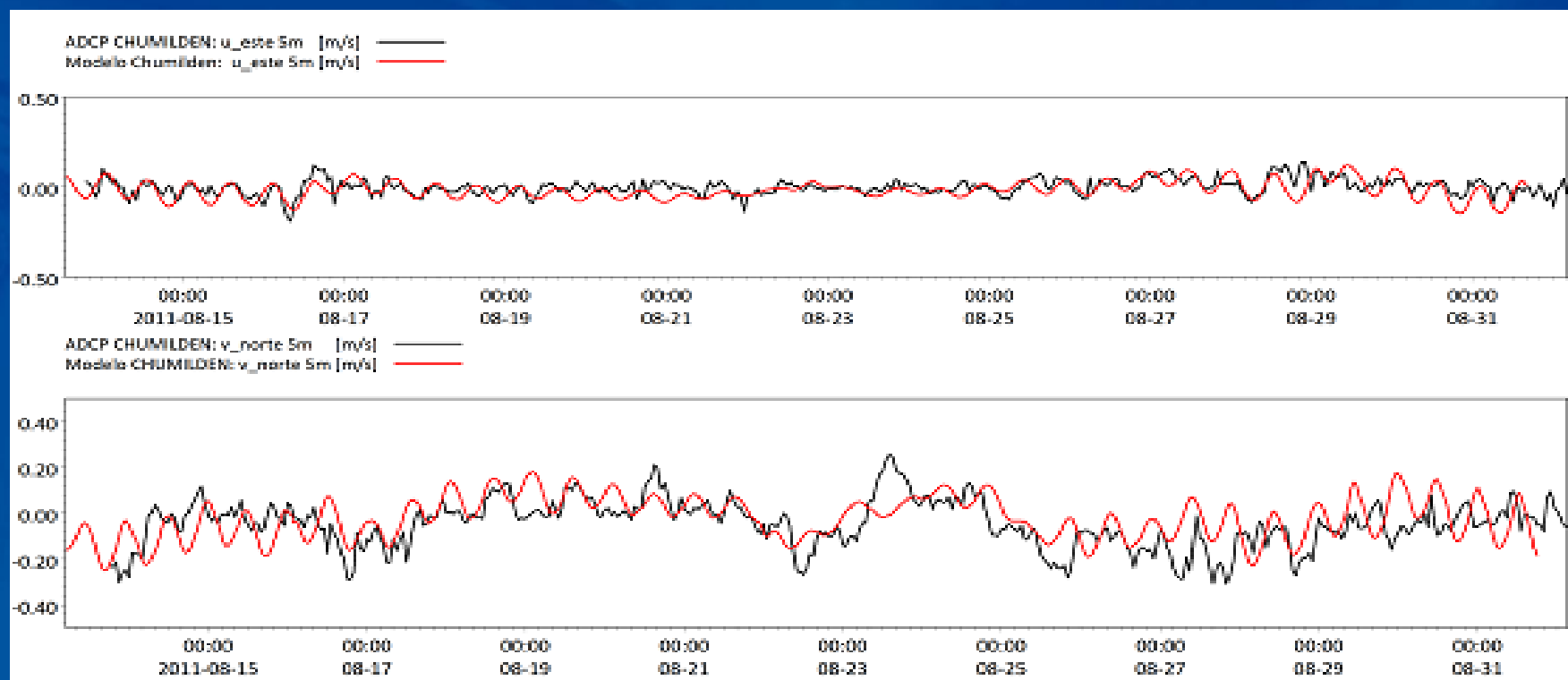


ADCP COMAU: v\_norte 5m [m/s] —  
 Modelo\_COMAU: v\_norte 5m [m/s] —



5 m.		Velocidad		Dirección	
Rangos	Eventos	Acierto	Desacierto	Acierto	Desacierto
0.3 – 0.4	8	50 %	50 %	62.5 %	37.5 %
0,15 – 0.3	131	58 %	42 %	56.5 %	43.5 %
0,0 - 0,15	885	85.5 %	14.5 %	47.9 %	52.1 %
Promedio		64.5 %	35.48 %	55.63 %	44.36 %

	MEAN	BIAS	RMSE	BIAS/MEAN	Scatter Index (RMS/MEAN)	Correlación
u_este 5m	0	0,03	0,12	-28,63	-119,26	0,33
u_este 10m	0	0,01	0,01	-3,82	-35,84	0,33
u_este 20m	-0,02	0	0,1	-0,26	-5,87	0,31
u_este 30m	-0,01	0,05	0,1	-4,18	-7,75	0,29
u_este 40m	-0,01	0,01	0,07	-1,01	-5,19	0,33
v_norte 5m	0,01	-0,01	0,06	-1,25	5,27	0,11
v_norte 10m	0,01	-0,01	0,05	-0,79	5,64	0,07
v_norte 20m	0,01	-0,01	0,05	-0,73	5,78	0,03
v_norte 30m	0,01	-0,01	0,05	-1,65	5,43	0,09
v_norte 40m	0,01	-0,01	0,05	-1,36	5,62	0,12

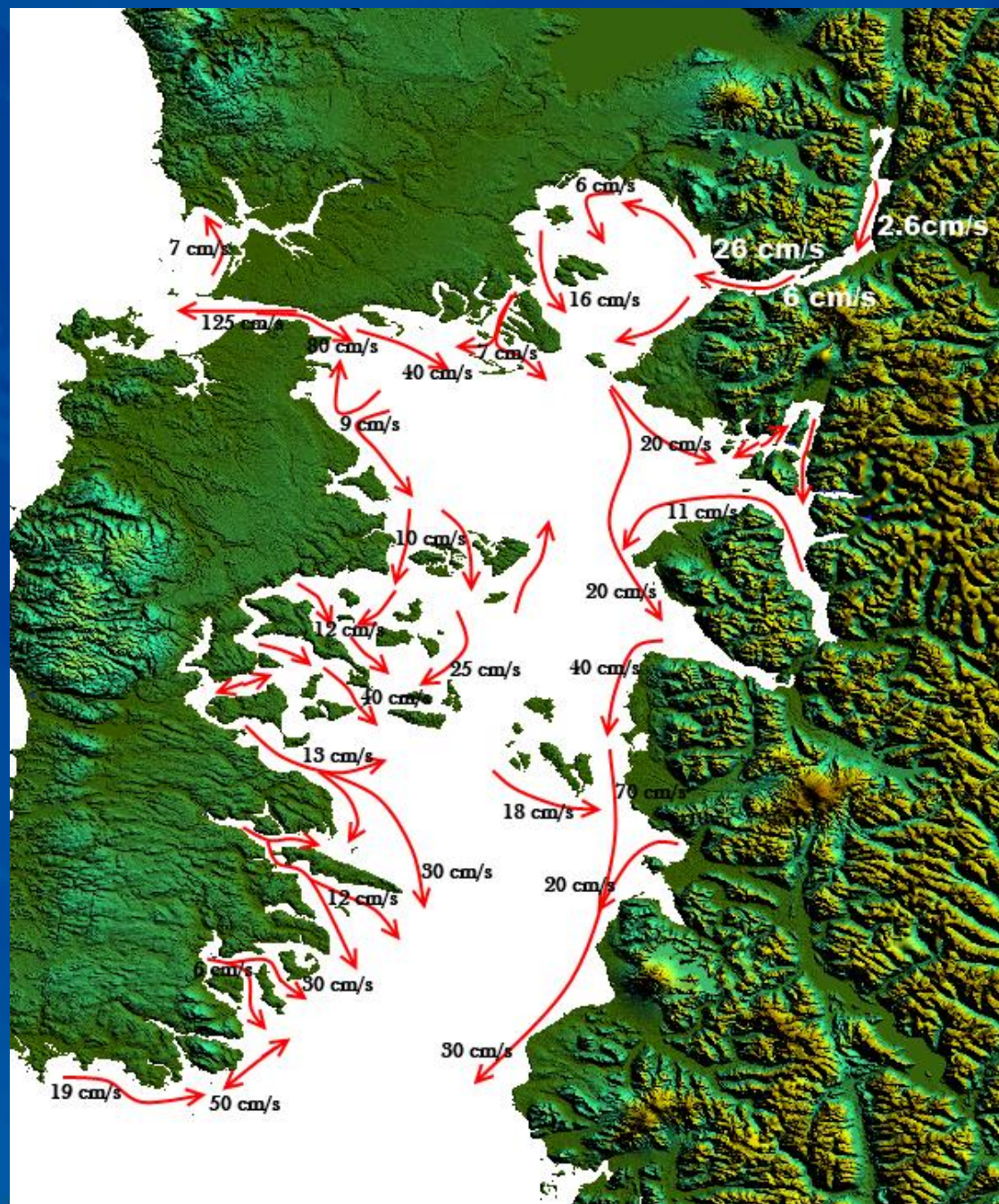


5 m.		Velocidad		Dirección	
Rangos	Eventos	Acierto	Desacierto	Acierto	Desacierto
0.2 – 0.3	55	20 %	80 %	80 %	20 %
0,1 – 0.2	127	83.5 %	16.5 %	79.5 %	20.5 %
0,0 - 0,1	244	83.6 %	16.4 %	54.5 %	45.5 %
Promedio		62.4 %	37.6 %	71.3 %	28.7 %





# Esquema de circulación superficial en mar de Chiloé





Gracias

I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O