



Oceanografía en la zona sur austral de Chile: Herramientas de apoyo a la gestión de la acuicultura

Departamento de Medioambiente
División de Investigación en Acuicultura
Instituto de Fomento Pesquero

Convenios con Subsecretaría de Pesca - Ministerio de Economía.

Proyectos en oceanografía y modelación desde 2010.

- ✓ Patrones oceanográficos Chiloé y Seno Reloncaví (2010-2011):
Implementación modelos regionales y mediciones X región.
Evaluación barrios salmoneros.
- ✓ Diseño y estudio técnico de macrozonas (2011-2012):
Zonificación de áreas para responder a emergencias sanitarias.
- ✓ Patrones de circulación en Magallanes (2012-2013):
Determinación de patrones de circulación.
- ✓ Reanálisis y modelaciones alta resolución (2013-2014) :
Magallanes (Canal Cockburn) y Aysén (King-Ninualac).
Modelos de alta resolución.

- ✓ Modelo y conectividad en región Aysén (2014-2015) :
- ✓ Desarrollo matriz de conectividad para X y XI región (2014-2015)
- ✓ Desarrollo de un sistema de pronóstico oceanográfico operacional para la zona sur austral de Chile (2014-2015)

- ✓ Seguimiento desempeño ambiental de la acuicultura (2011-2012-2013-2014 →):
 - Modelos pequeña escala (centros de cultivo) dispersión materia orgánica.
 - Efectos de la acuicultura sobre el ambiente marino.
 - Área de influencia de la contaminación y su relación con impactos ecológicos .

Metodología

El movimiento

Mediciones de campo con instrumentos oceanográficos

- Comprender el sistema de circulación marina.

La partícula

Virus (ISAv), Materia orgánica, cobre, algas nocivas, etc.

- Comprender las características de la partícula que se dispersa desde el ámbito de la física.

La herramienta

Modelo hidrodinámico

- Describe el sistema de circulación marina mediante ecuaciones matemáticas.
- Simulación de condiciones “reales” o escenarios.

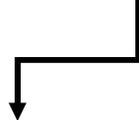
Patrones de circulación y dispersión de partículas
(virus, patógenos, materia orgánica etc.)



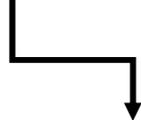
Forzantes.
De que depende?



Marea
(cambios diarios, semanales ,etc.)



Viento
(tormentas, estaciones del año)



Agua dulce
(ríos, precipitación, deshielos)



Topografía
(islas, canales, fiordos, bahías)



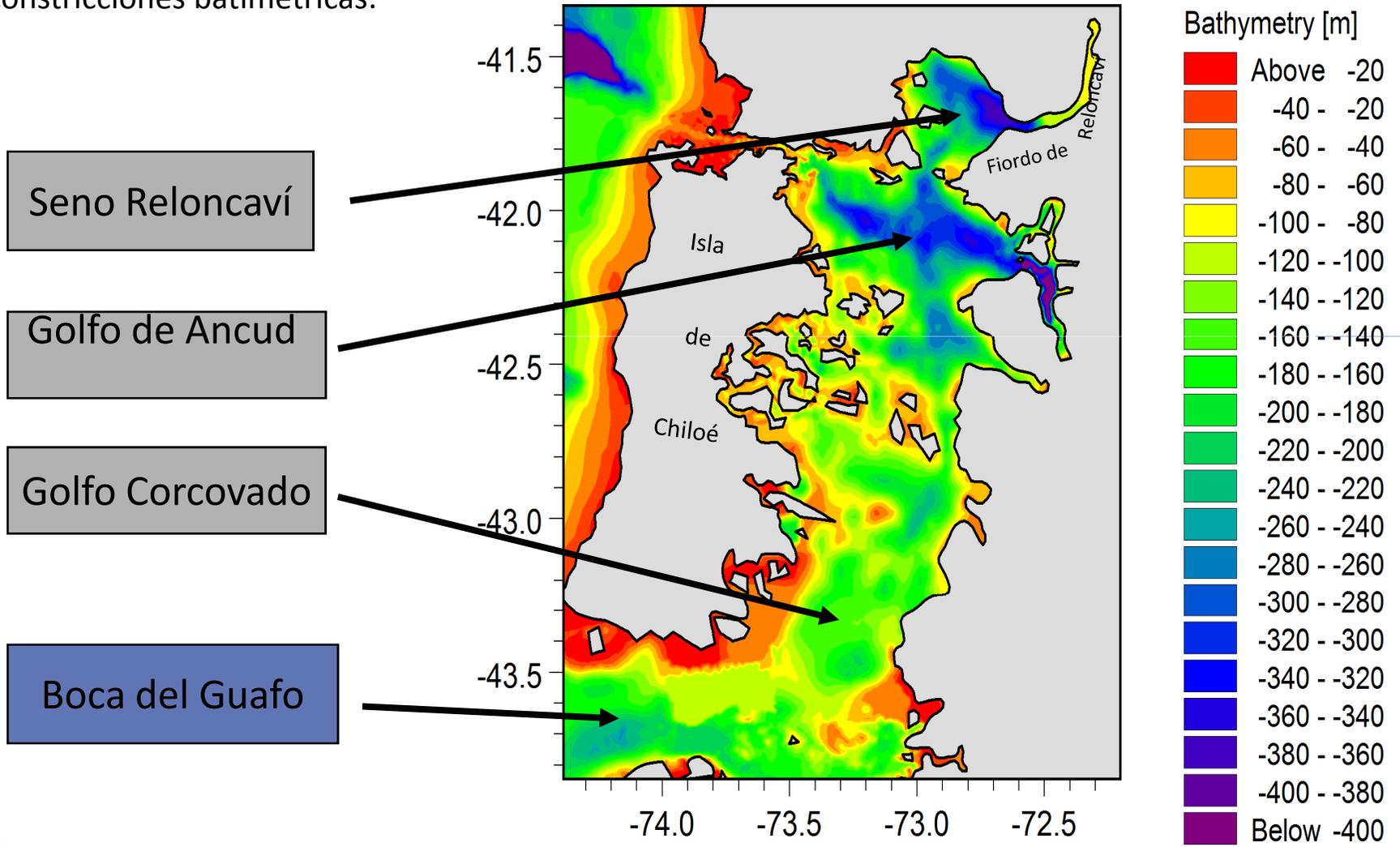
Campañas oceanográficas
Medición con instrumental de última generación, pero de alto costo. Aún insuficientes



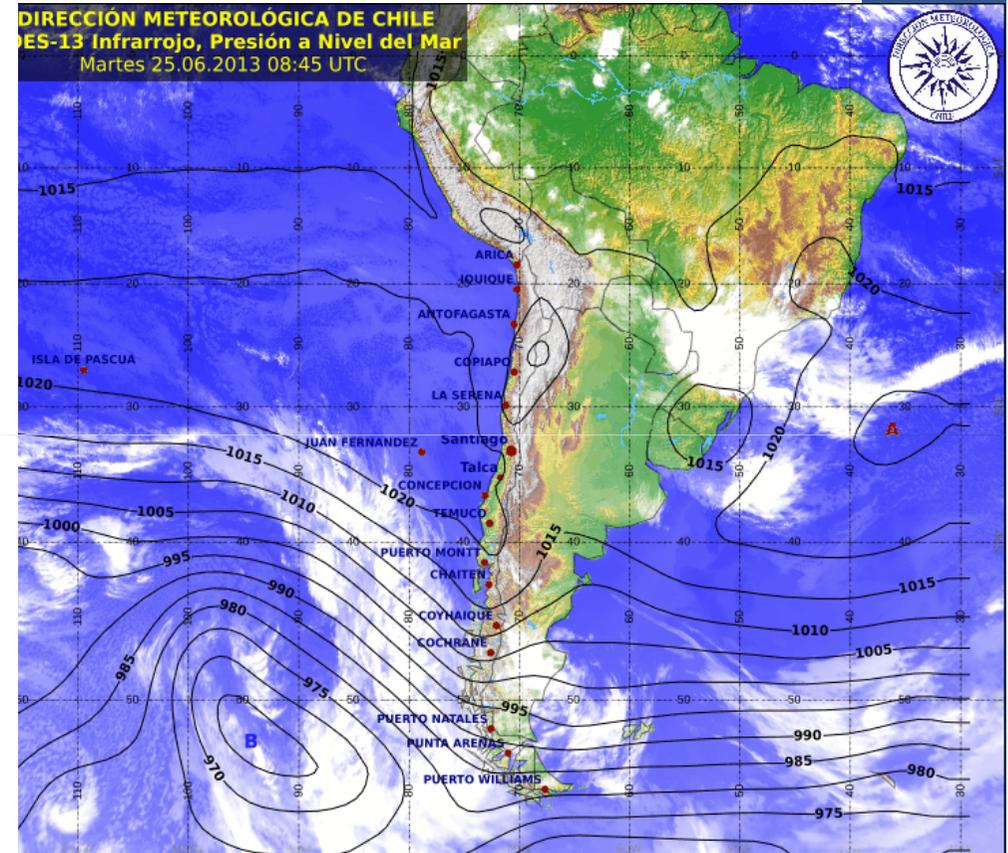
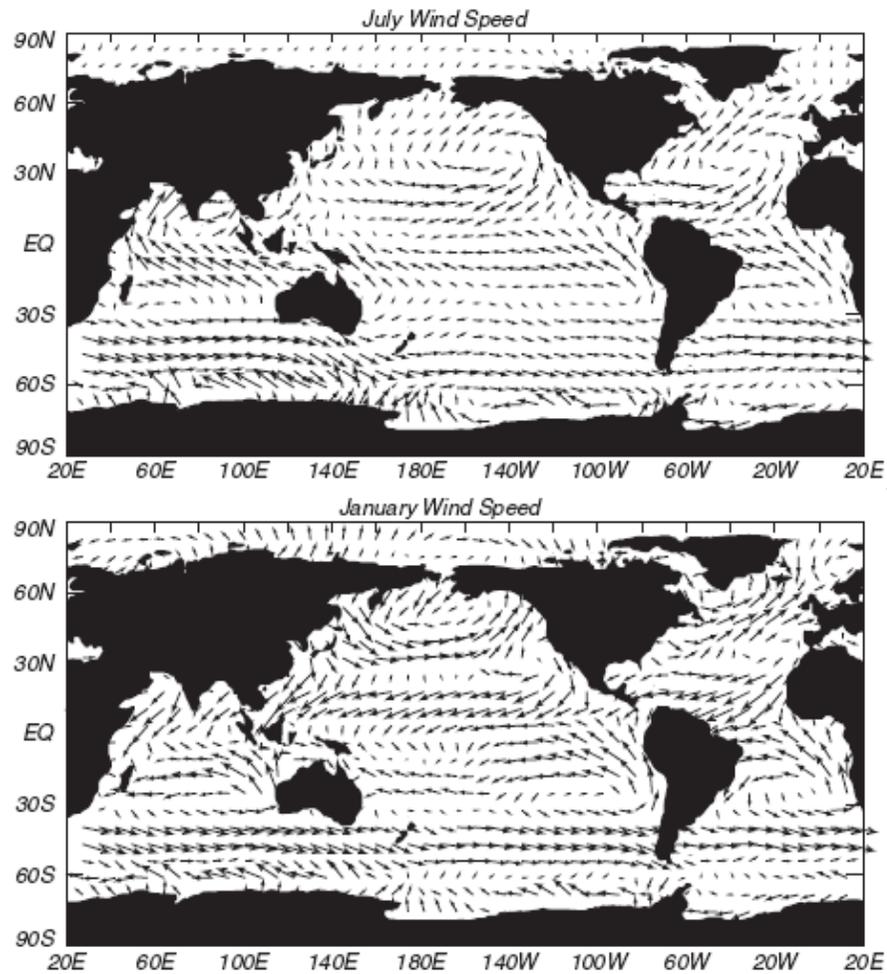
Modelo hidrodinámico
Se evalúa y calibra con observaciones

Geomorfología mar interior de Chiloé

3 subcuencas limitadas por constricciones batimétricas:



VIENTO



Flujos de agua dulce

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 puede superar a los ríos principales.

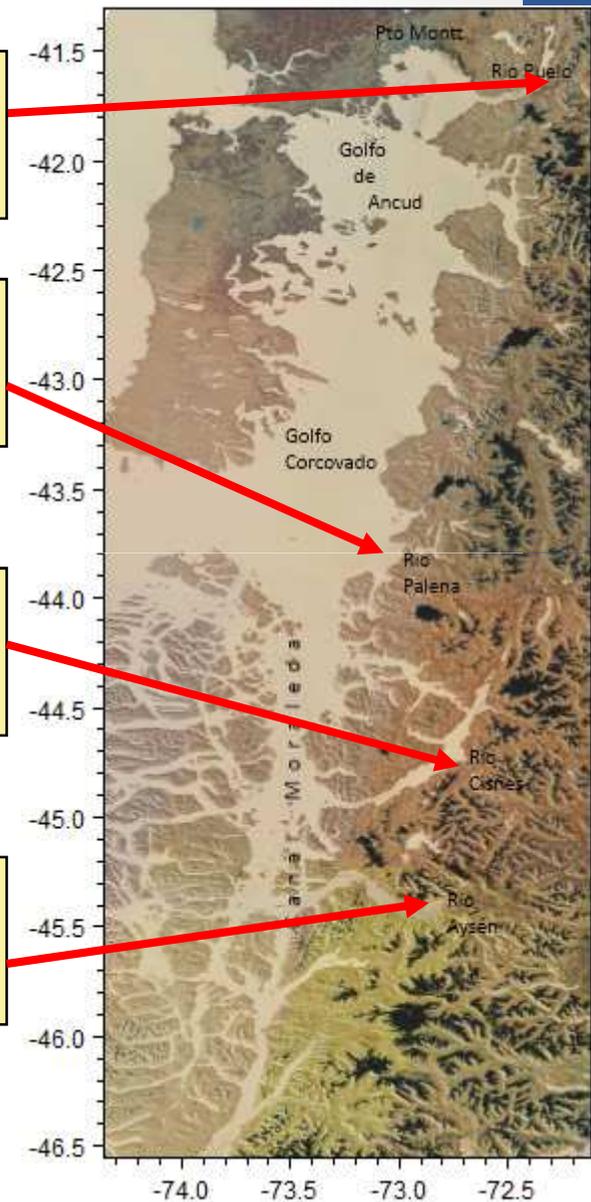
Y los **glaciares**?.....

Río Puelo 670 m³/s
3300 - 4500 mm.

Río Palena 700 m³/s
4000 mm

Río Cisnes 700 m³/s
4.298 mm.

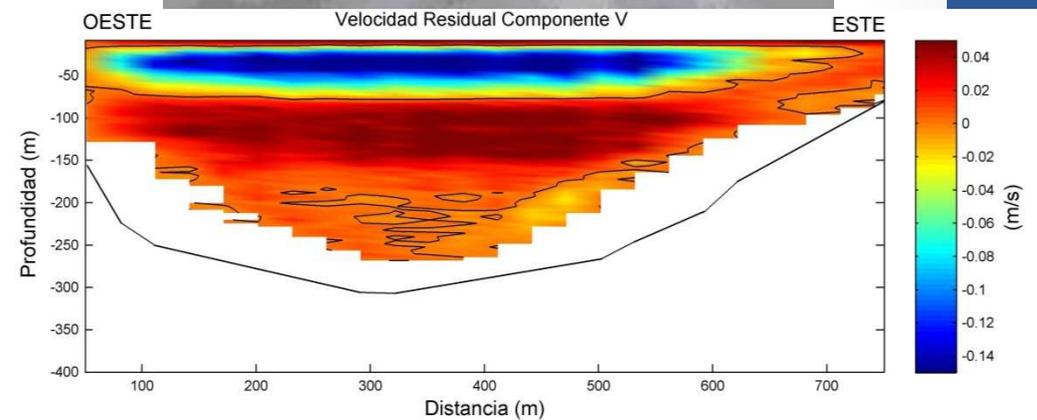
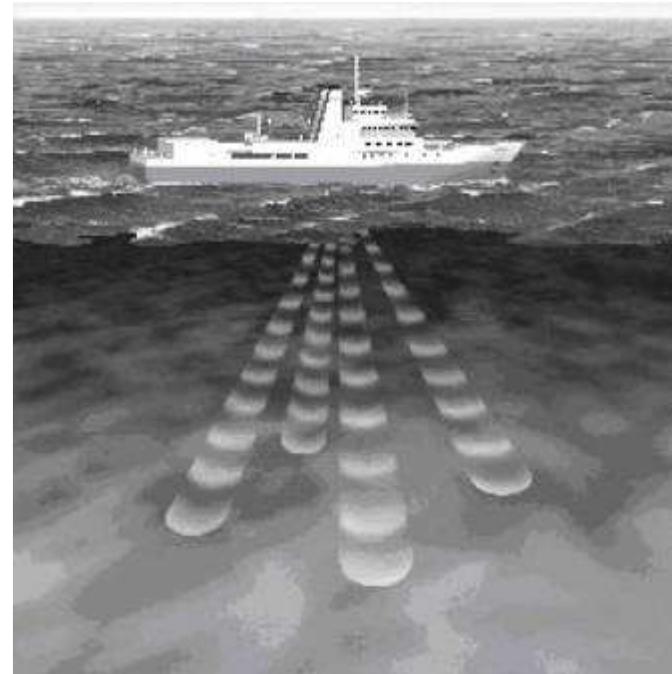
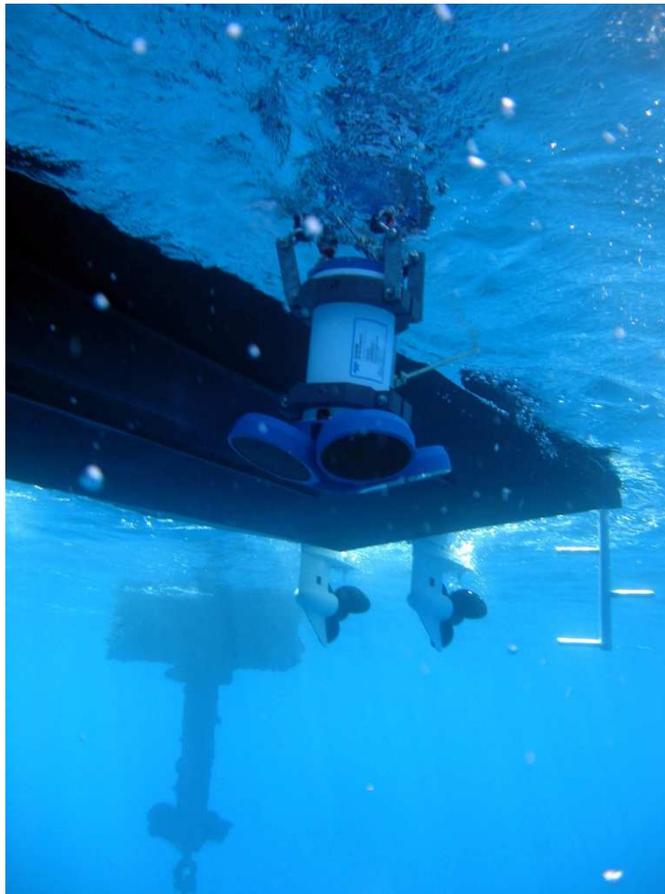
Río Aysén 628 m³/s
2.961 mm.



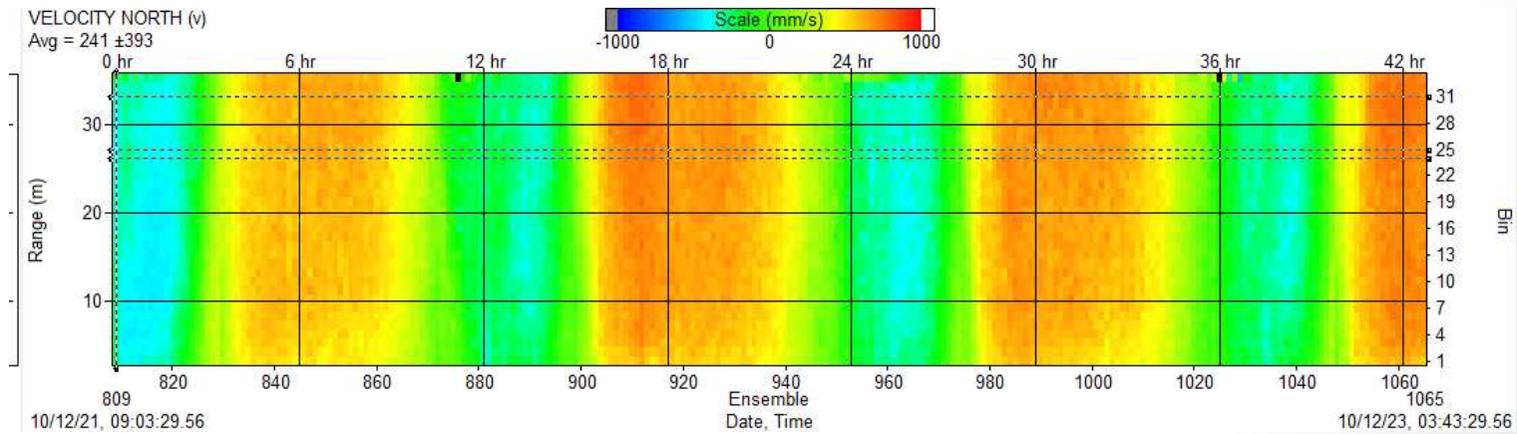
Campañas oceanográficas Invierno-Verano

- Correntometría (eulerianas, lagrangianas)
- Meteorología (viento, presión atm, temp aire, etc.)
- Mareas
- CTDO (Temp, sal, Ox)

- ADCP remolcado: 24 horas de medición en tiempo real en un transecto (ej: canal, bahía, etc)



- ADCP anclado: 30 días perfilando toda la columna de agua.



Derivador lagrangiano

- 24 - 48 horas midiendo desplazamiento de una boya derivadora con GPS.

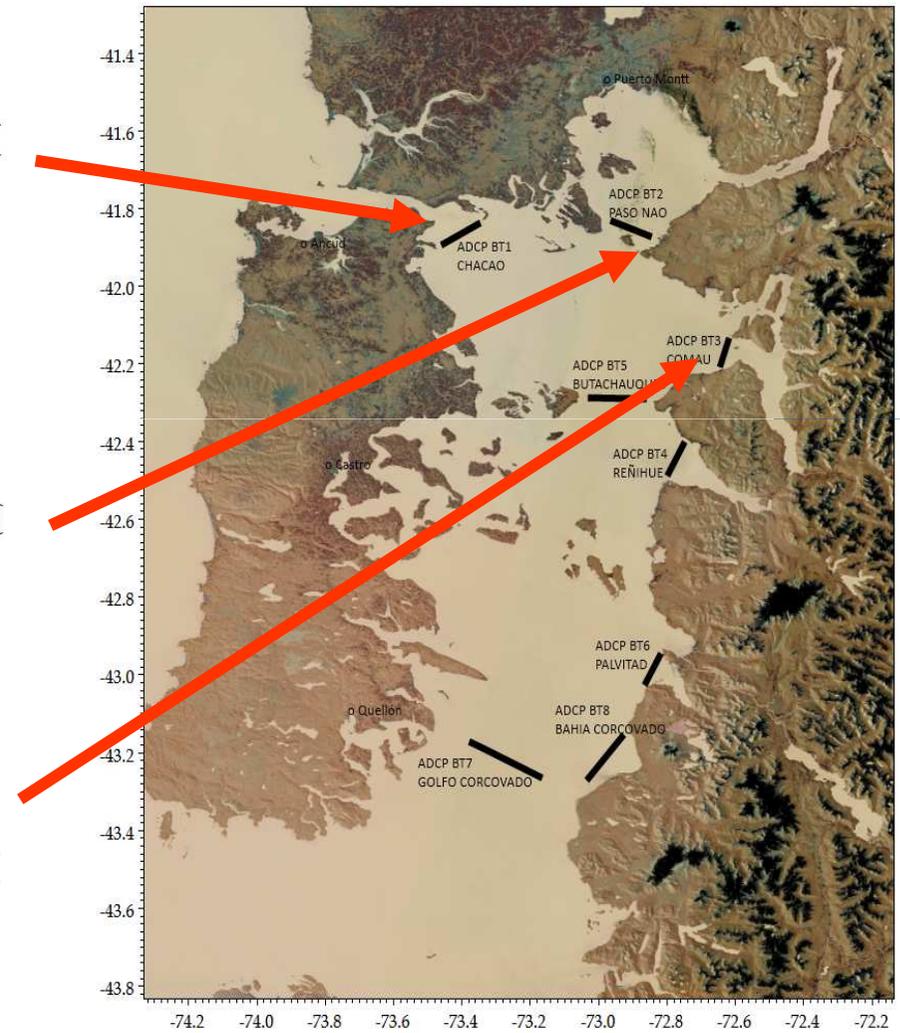
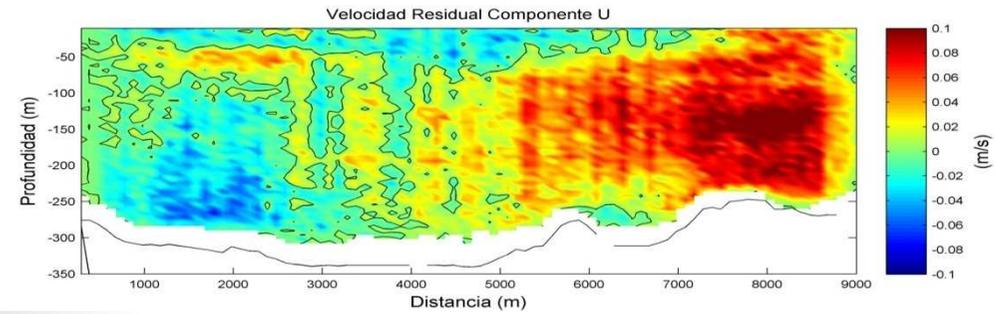
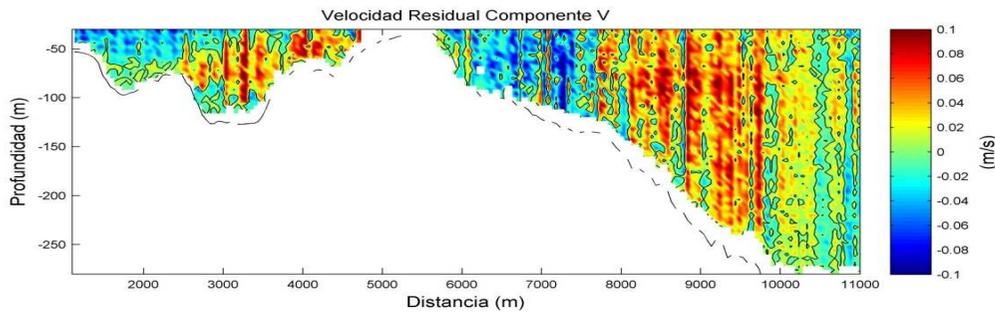
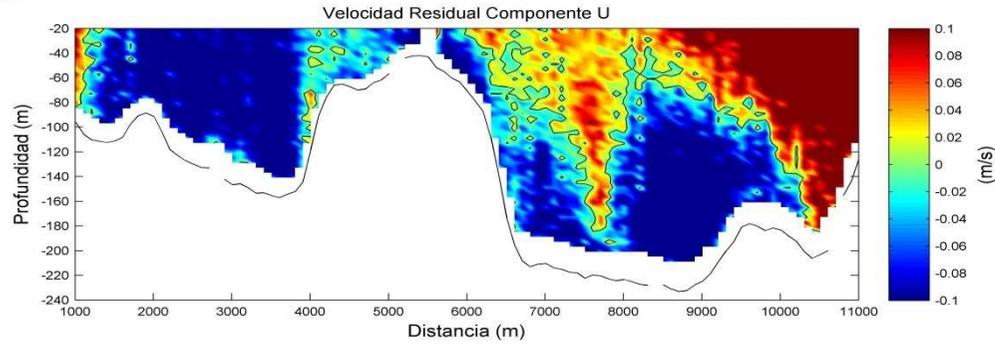


CTDO: Salinidad, temperatura, oxígeno disuelto.

- Perfiles hasta 200m de profundidad.

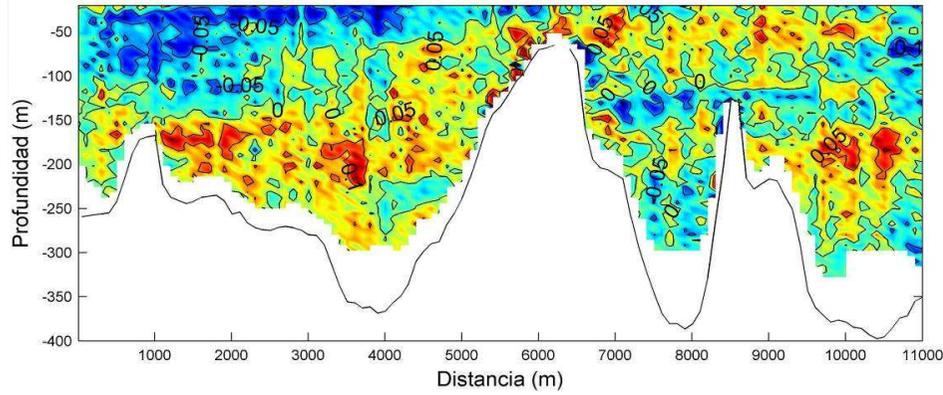


Chiloé

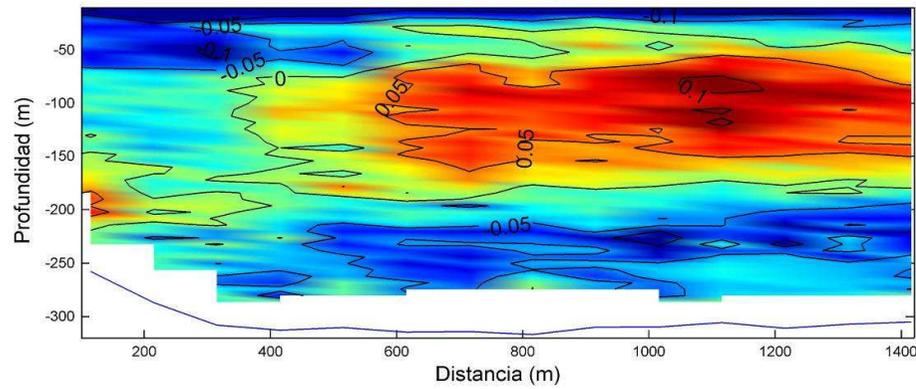


Aysén

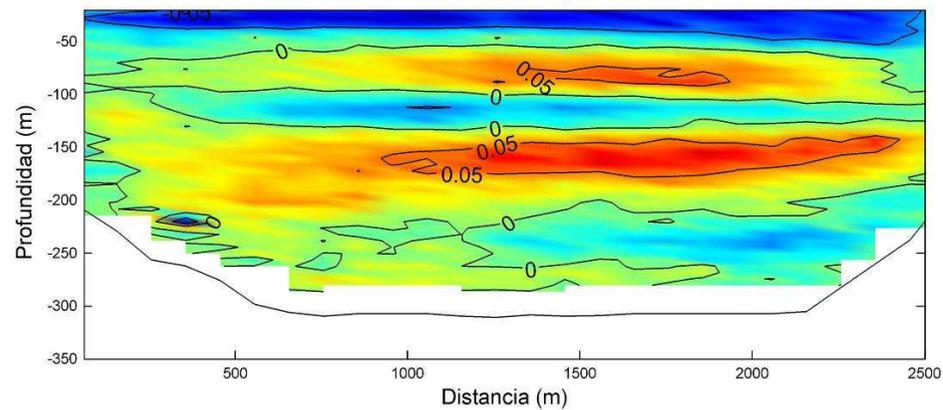
Velocidad Residual Componente V



Velocidad Residual Componente U

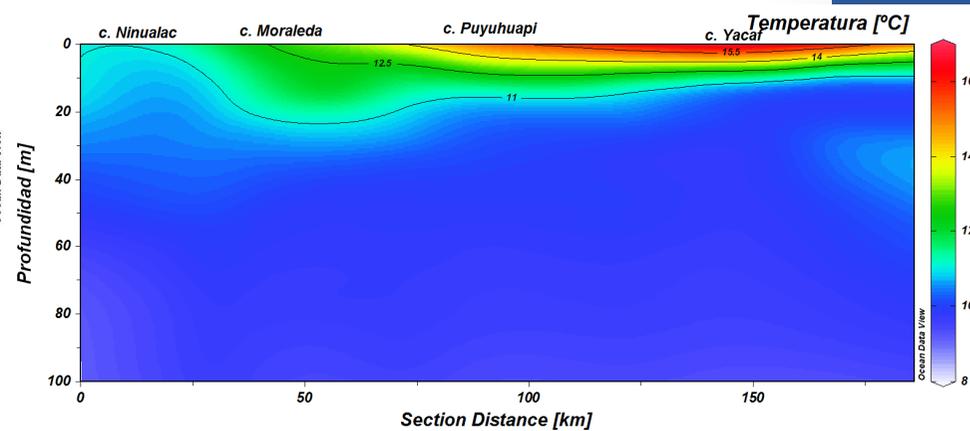
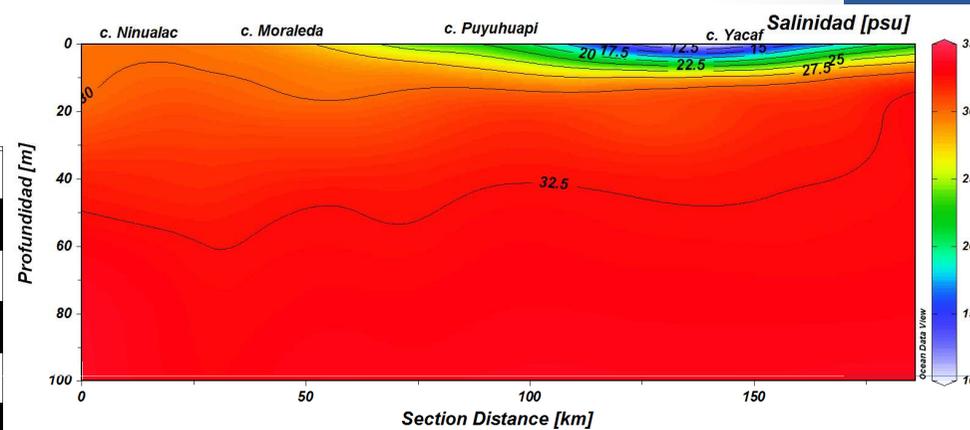
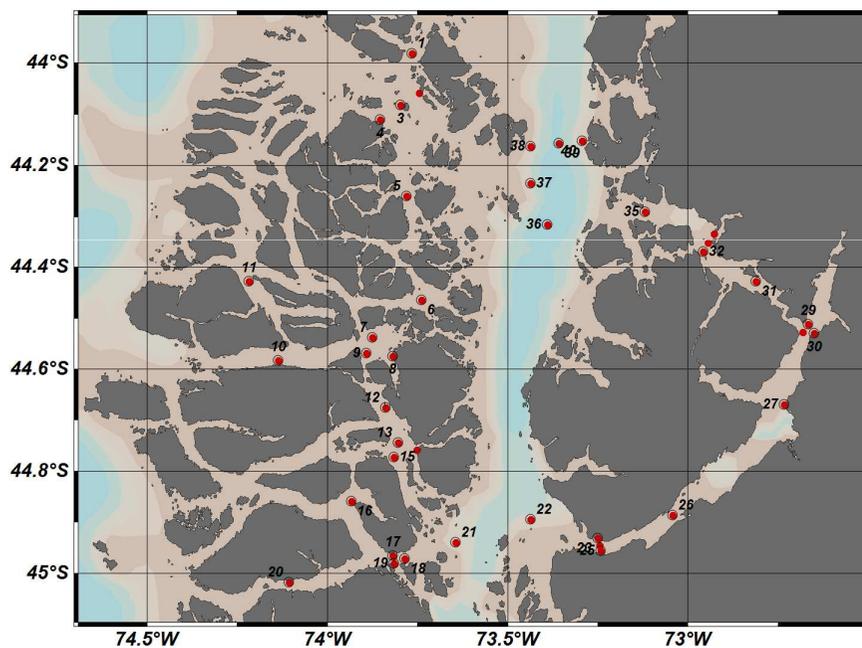


Velocidad Residual Componente U

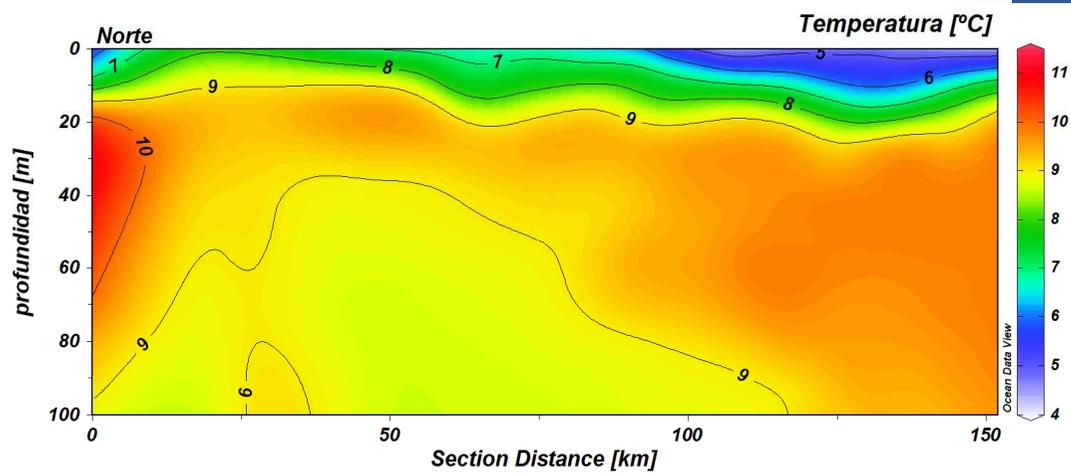
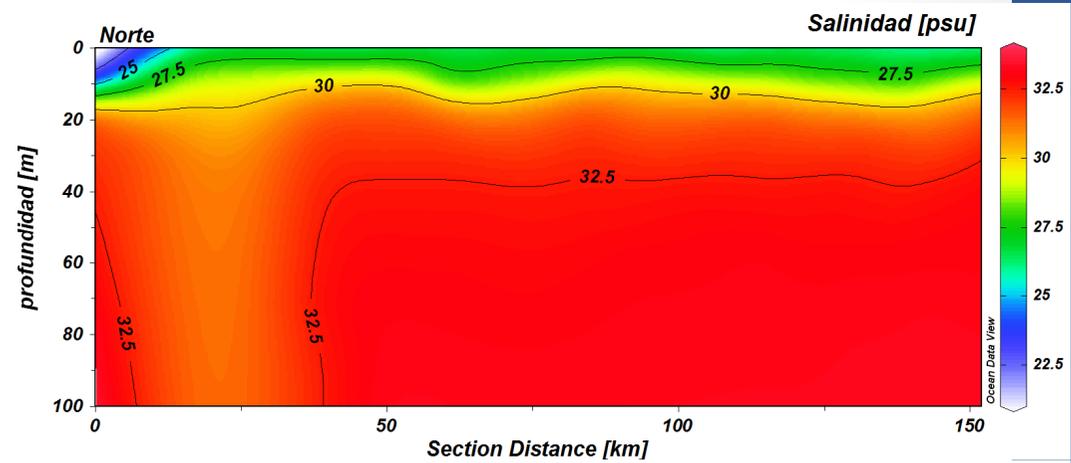
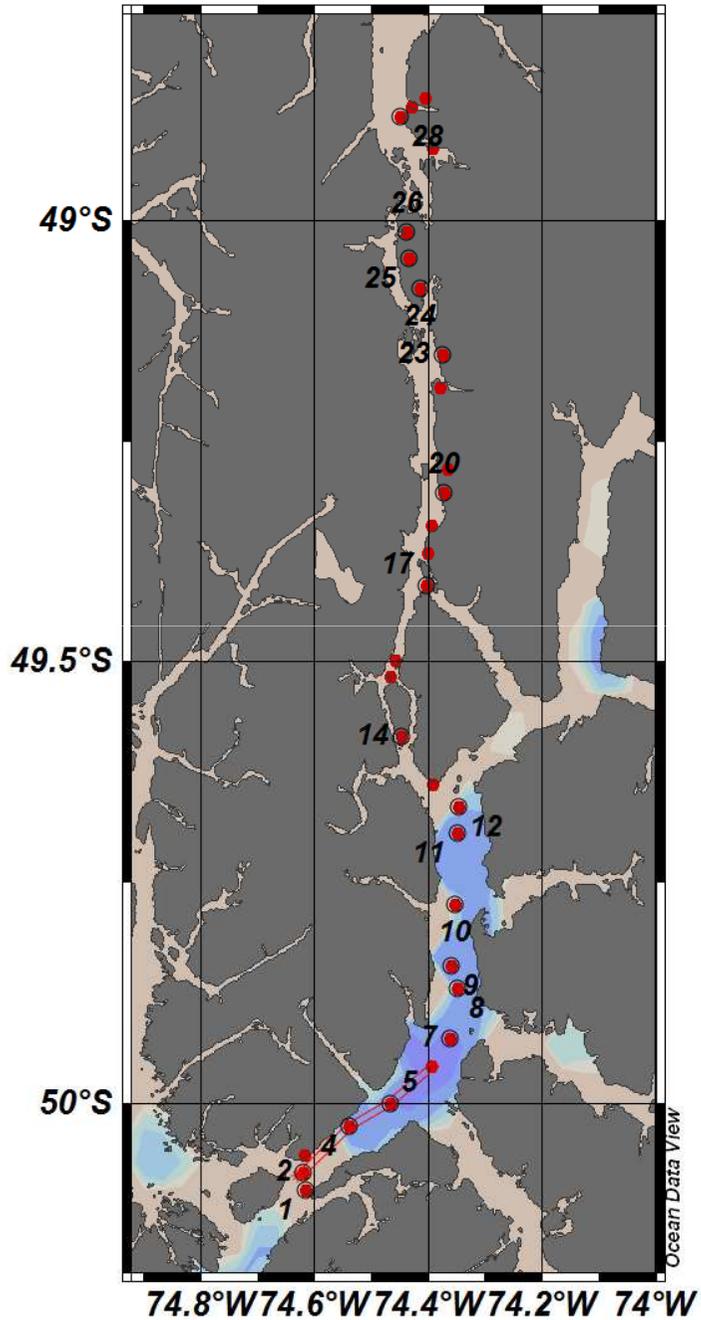


Hidrografía

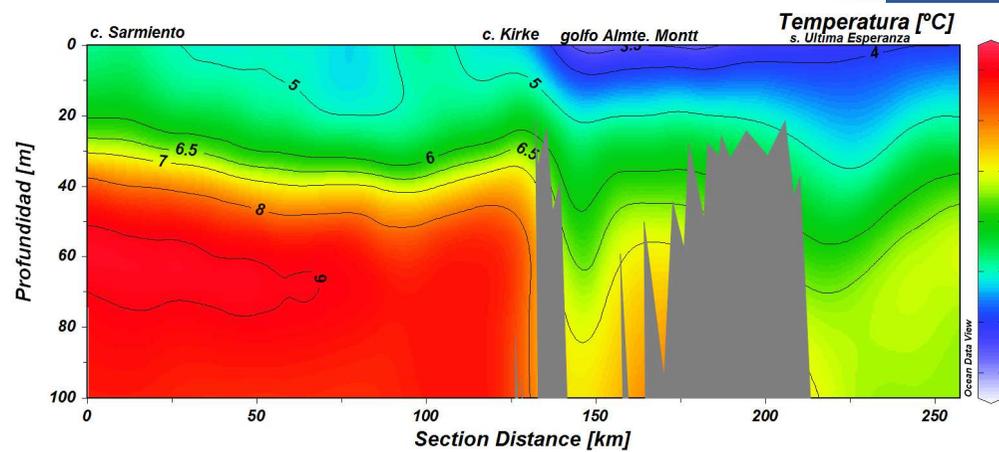
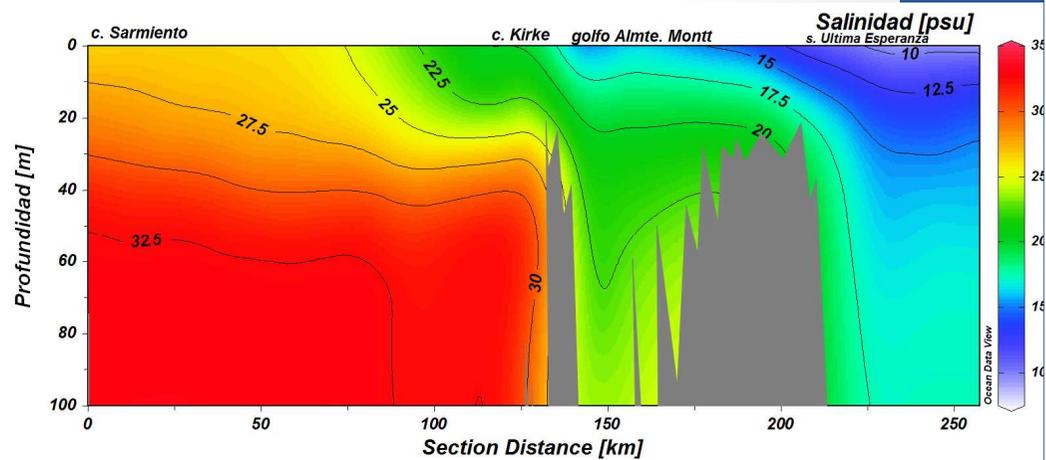
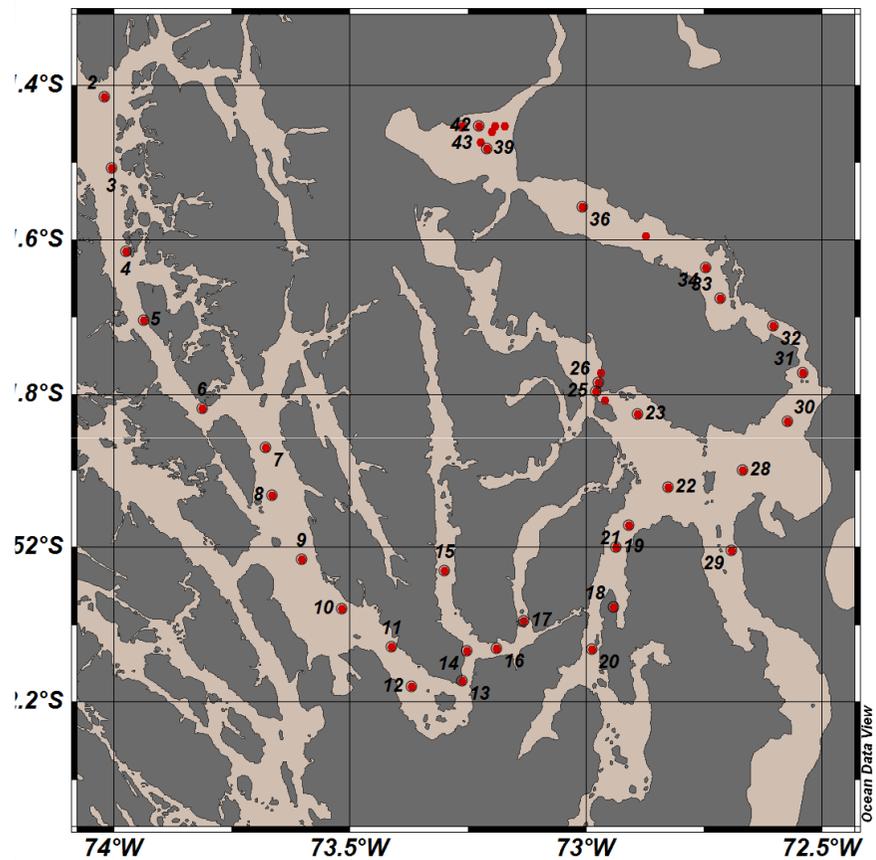
Campaña verano Aysén norte 2011



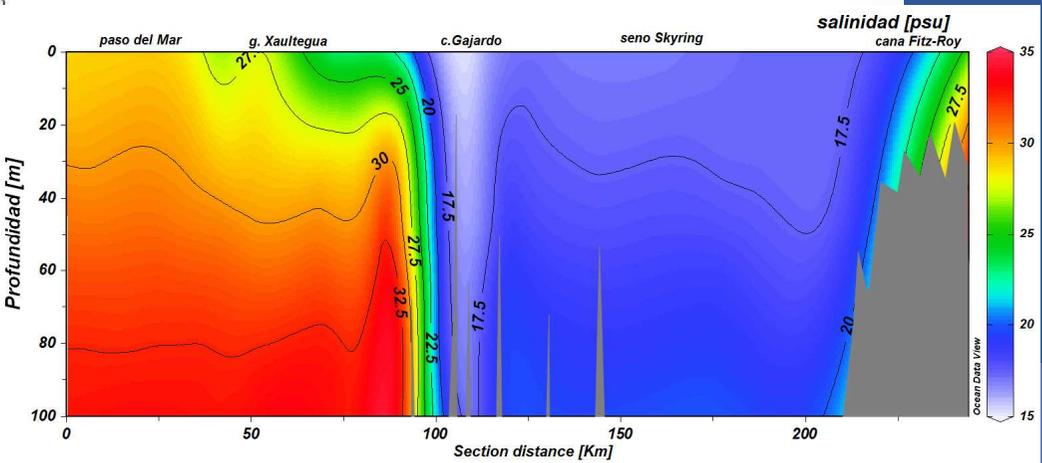
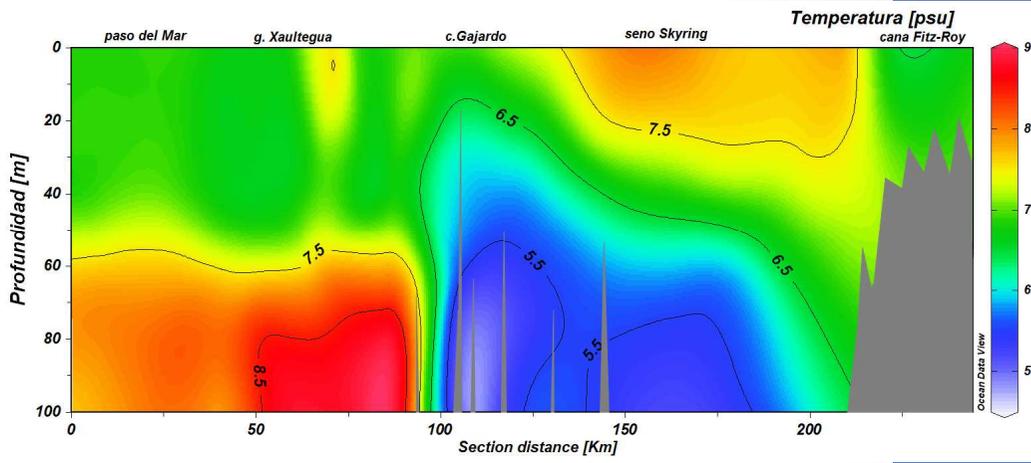
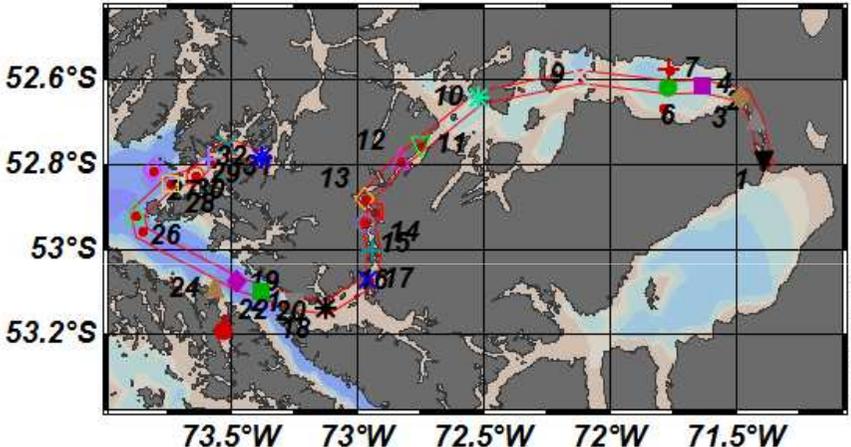
Campaña invierno canal Messier (2012)



Campaña invierno golfo Alnte. Montt (2012)



Campaña primavera seno Skyring (2012)



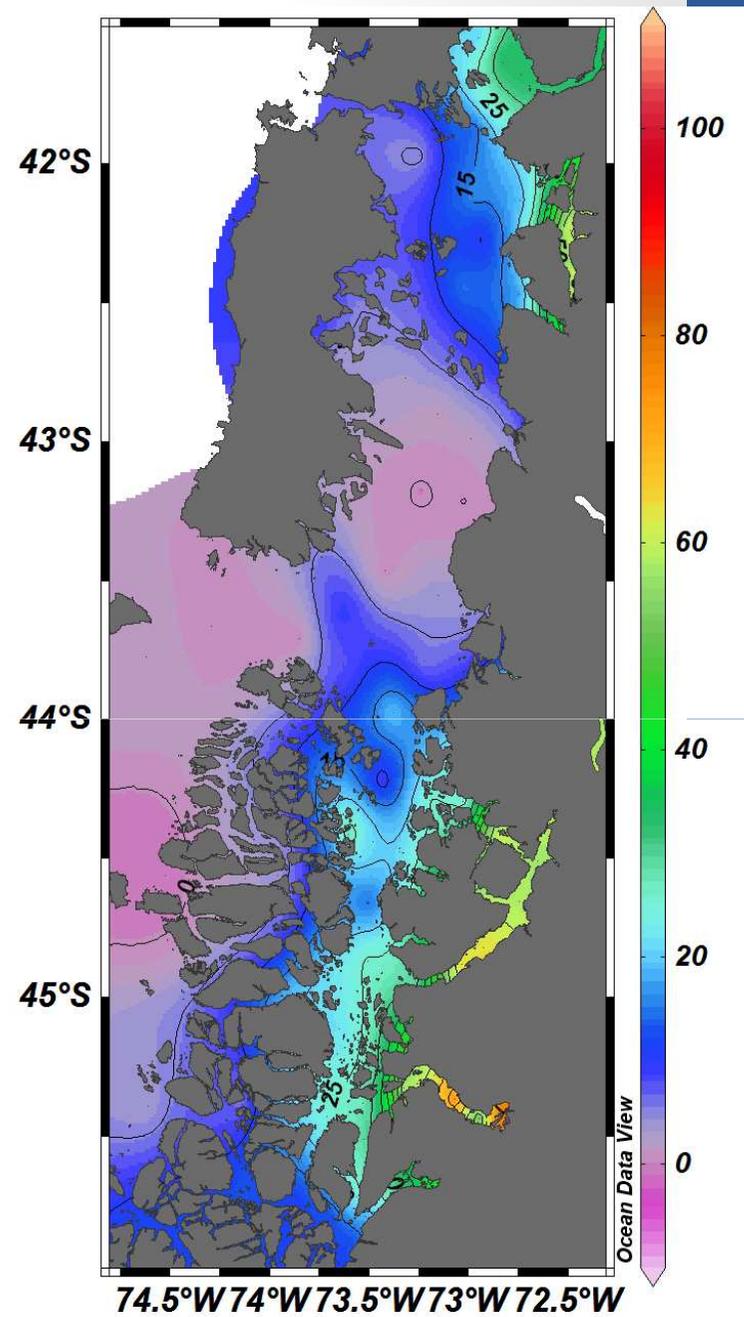
Estratificación y mezcla

Frecuencia de Brunt-Vaisala (5m)

Valores menores > mezcla

Valores mayores > estratificación

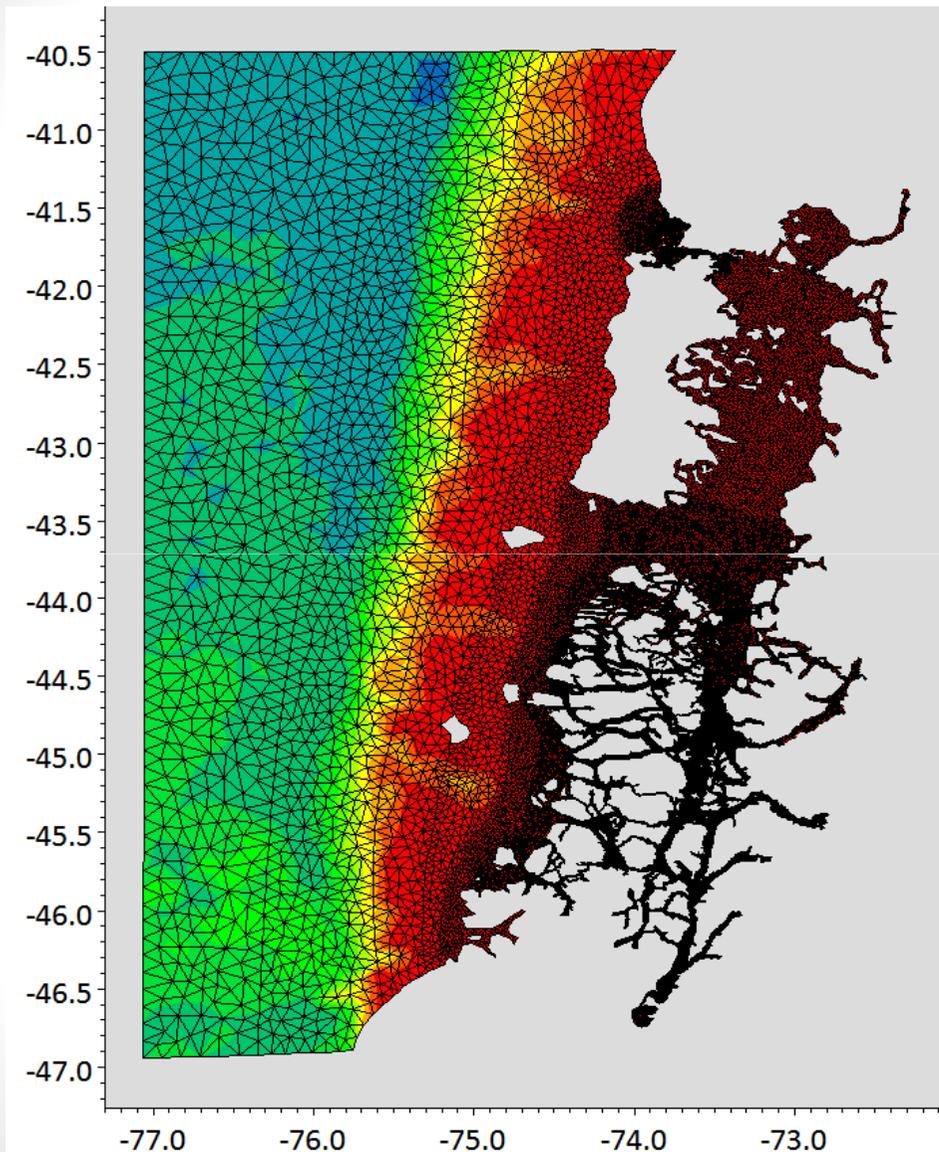
$$N = \sqrt{\frac{g \partial \rho}{\bar{\rho} \partial z}}$$



Modelo hidrodinámico: La herramienta

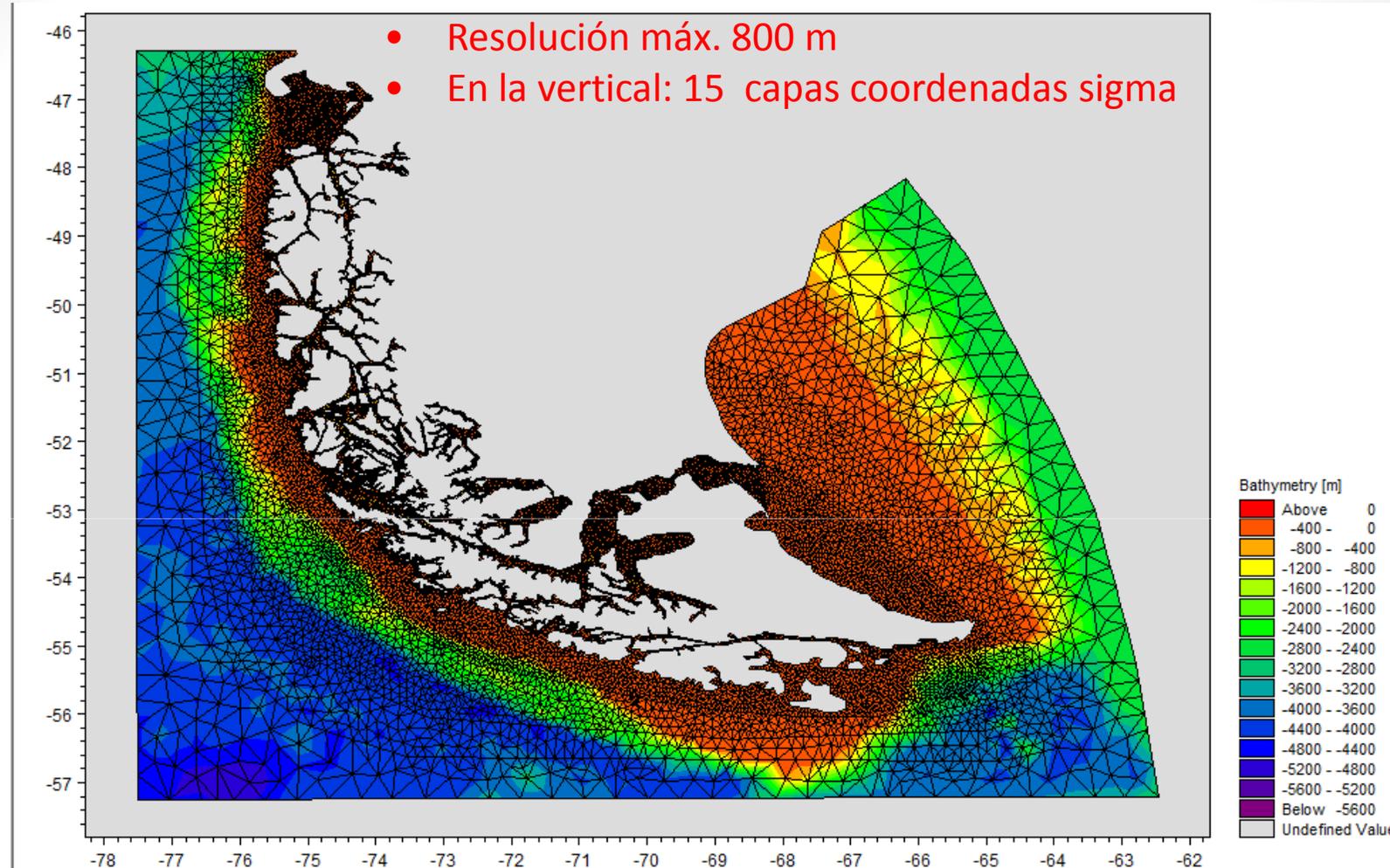


Escala regional Chiloé-Aysén



- Dominio modelo MIKE 3 con elementos triangulares.
- Densidad de elementos aumenta en las zonas costeras y someras (resolución máx. 600 m)
- En la vertical : 20 capas coordenadas sigma.
- Batimetría compilada GEBCO+SHOA
- Cond. Borde: mareas, T y Sal.
- Fuentes de agua dulce.
- Forzantes meteorológicas desde modelo GFS

Modelo regional Magallanes

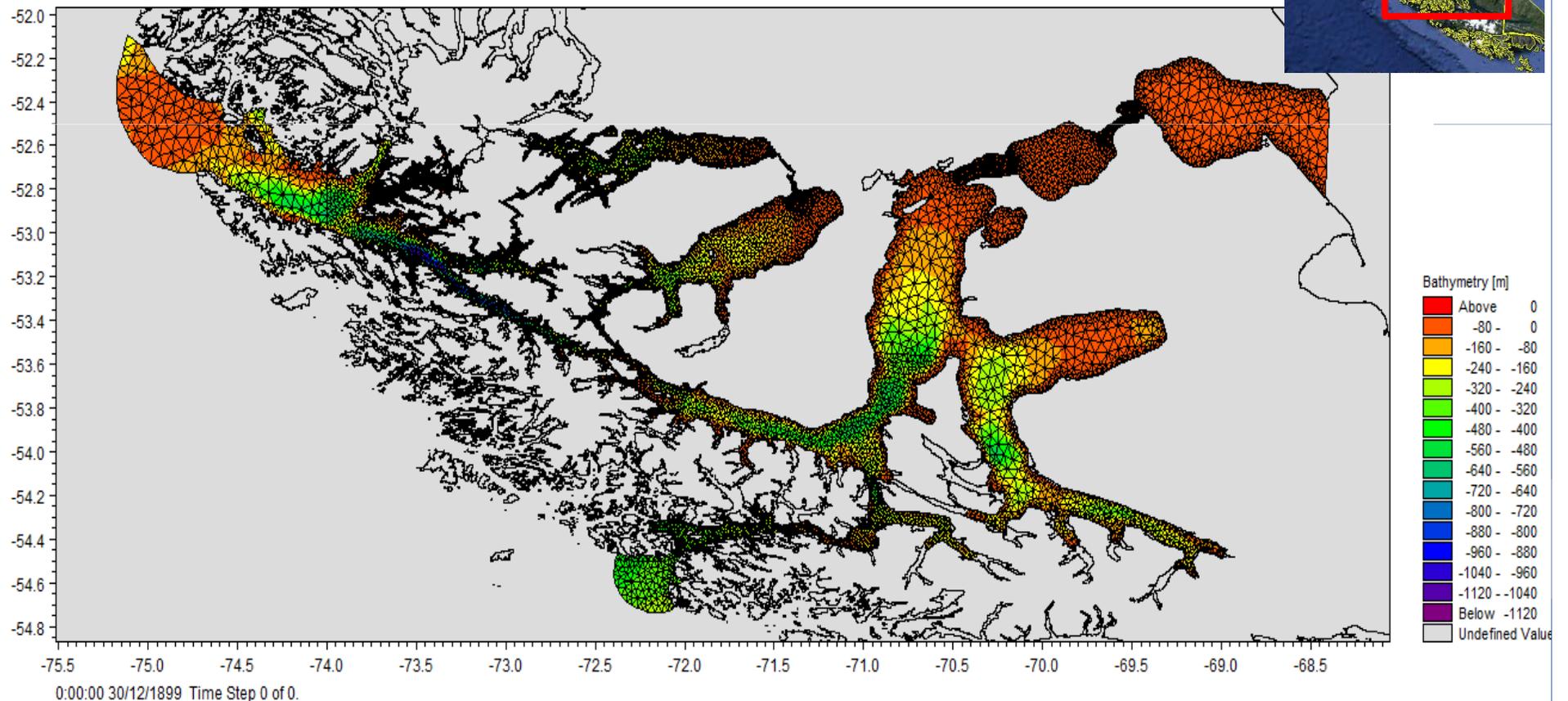


- Batimetria compilada GEBCO+SHOA
- Cond. Borde: mareas, T y Sal.
- Fuentes de agua dulce.
- Forzantes meteorologicas desde modelo GFS

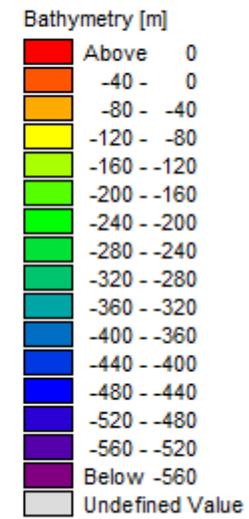
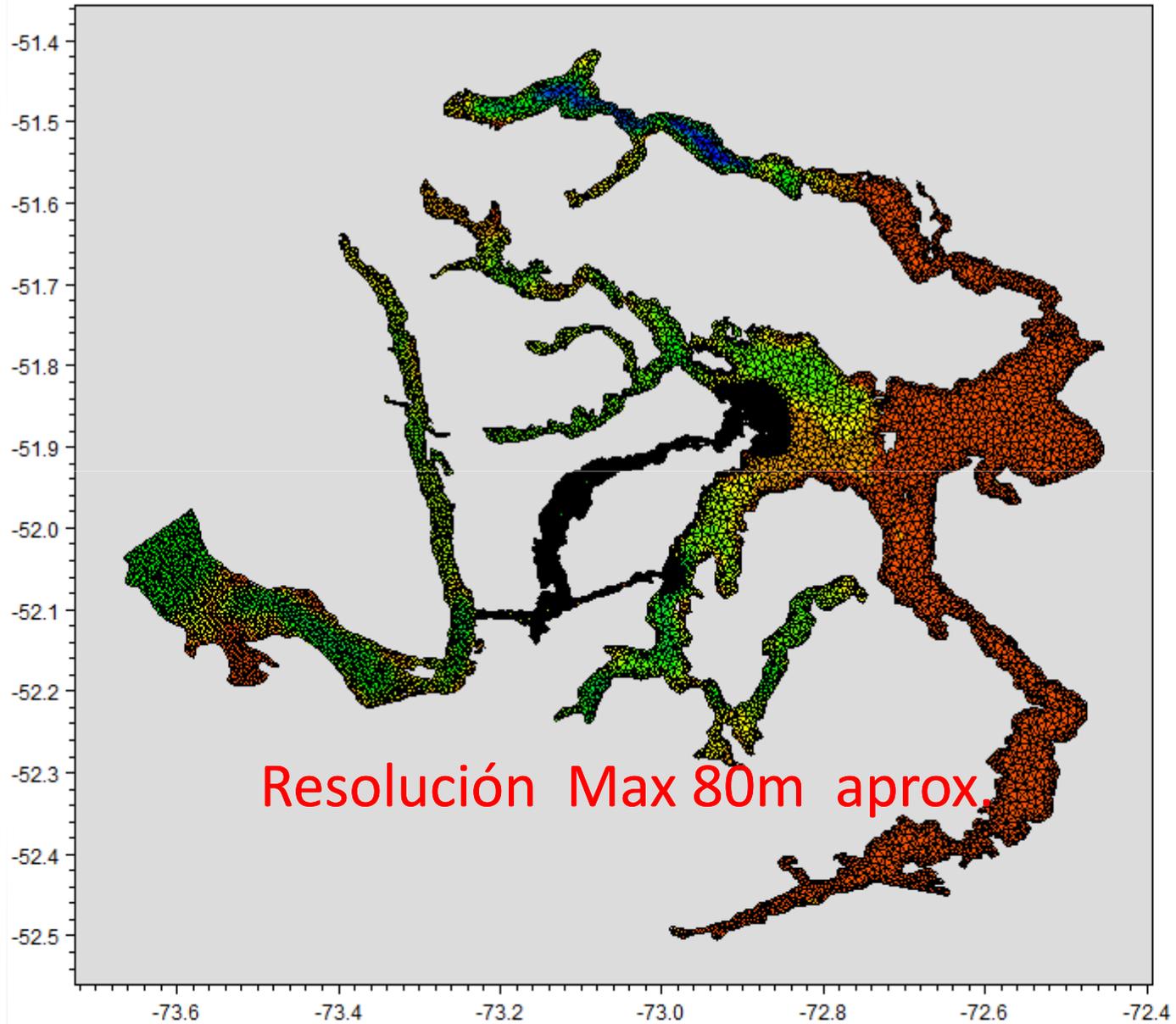
Escala Local

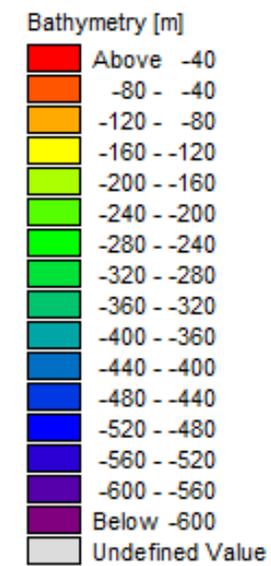
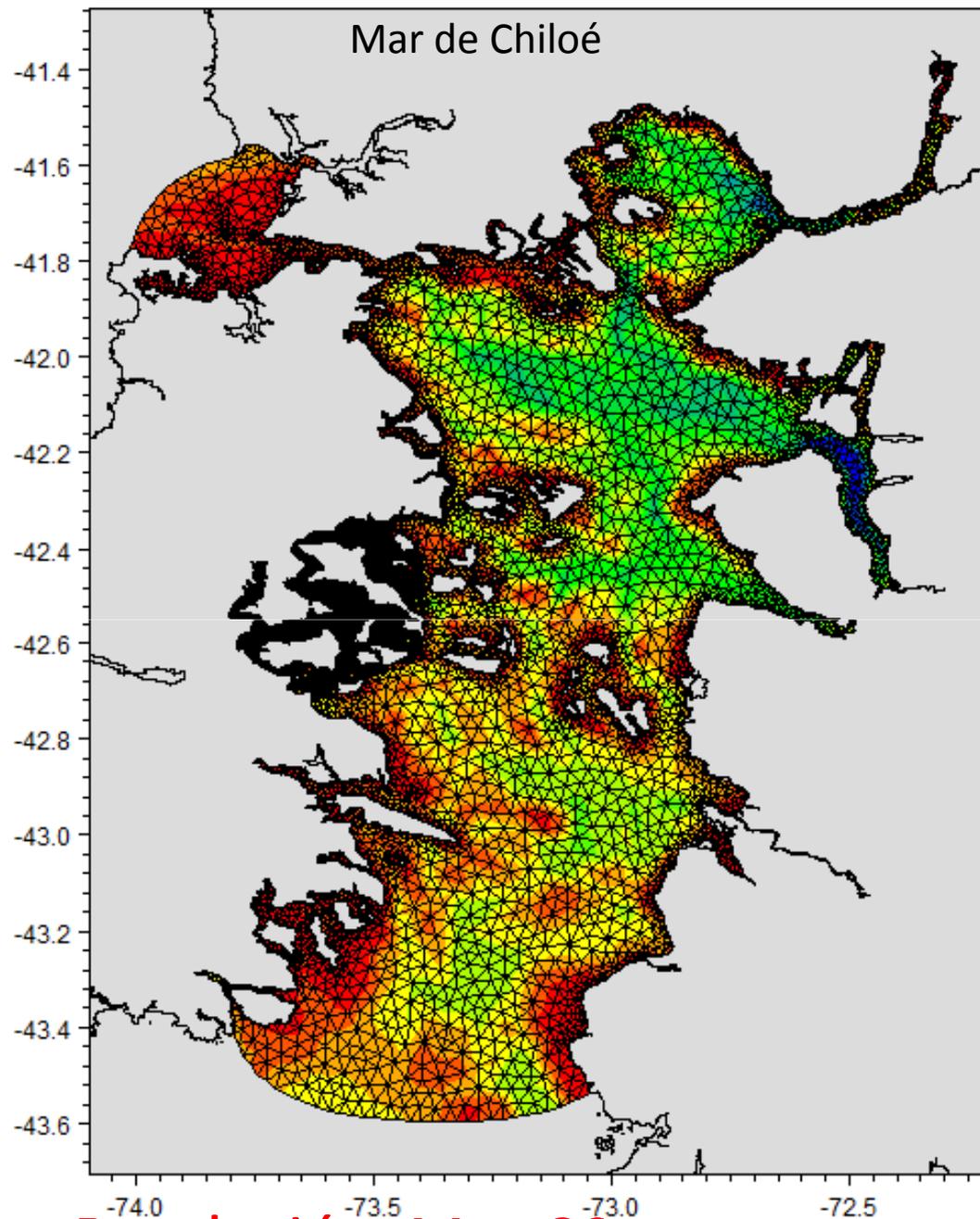
Seno Skyring – estrecho de Magallanes

Resolución Max 100m aprox.



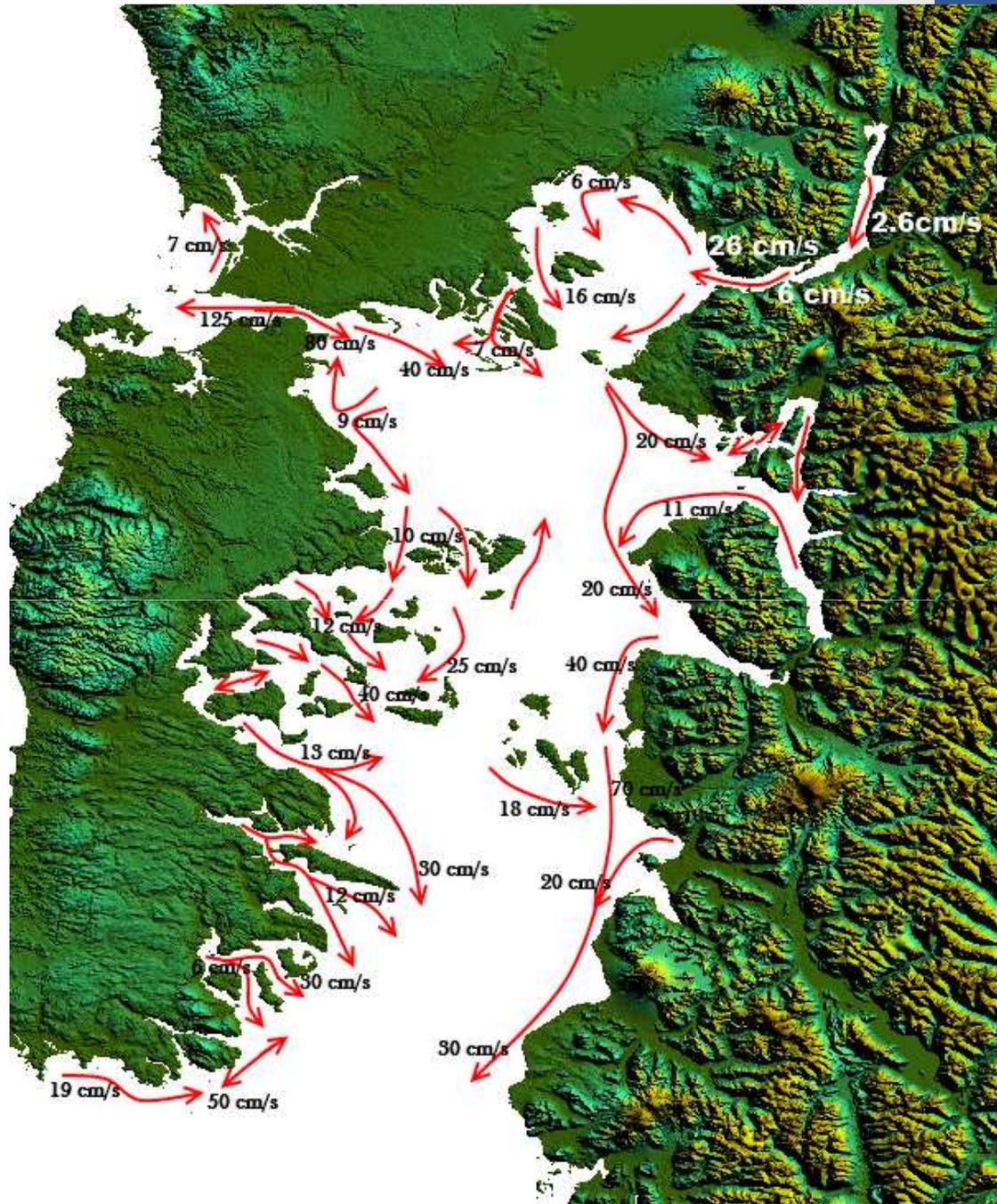
Golfo Almirante Montt



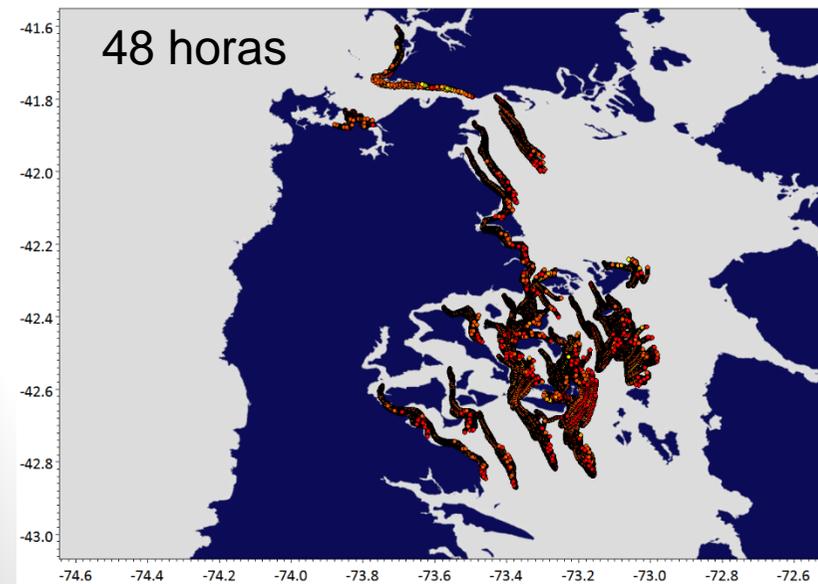
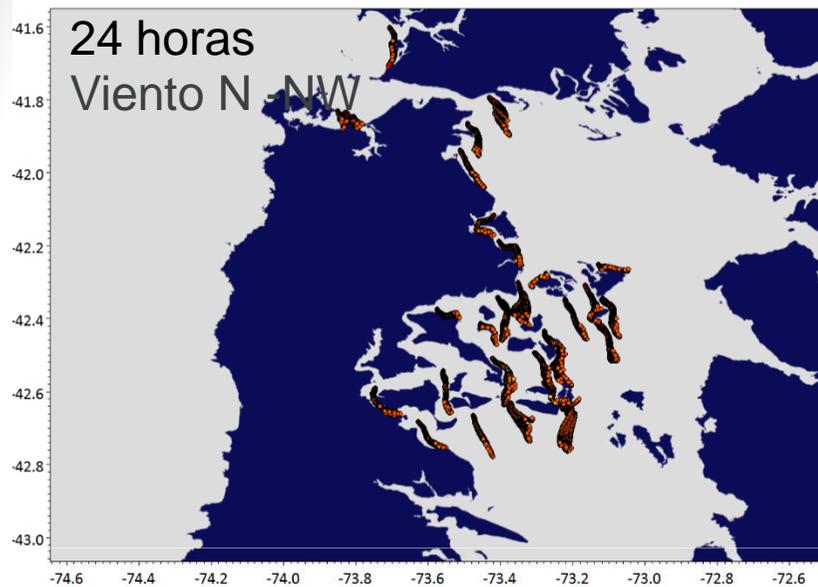


Resolución Max 80m aprox.

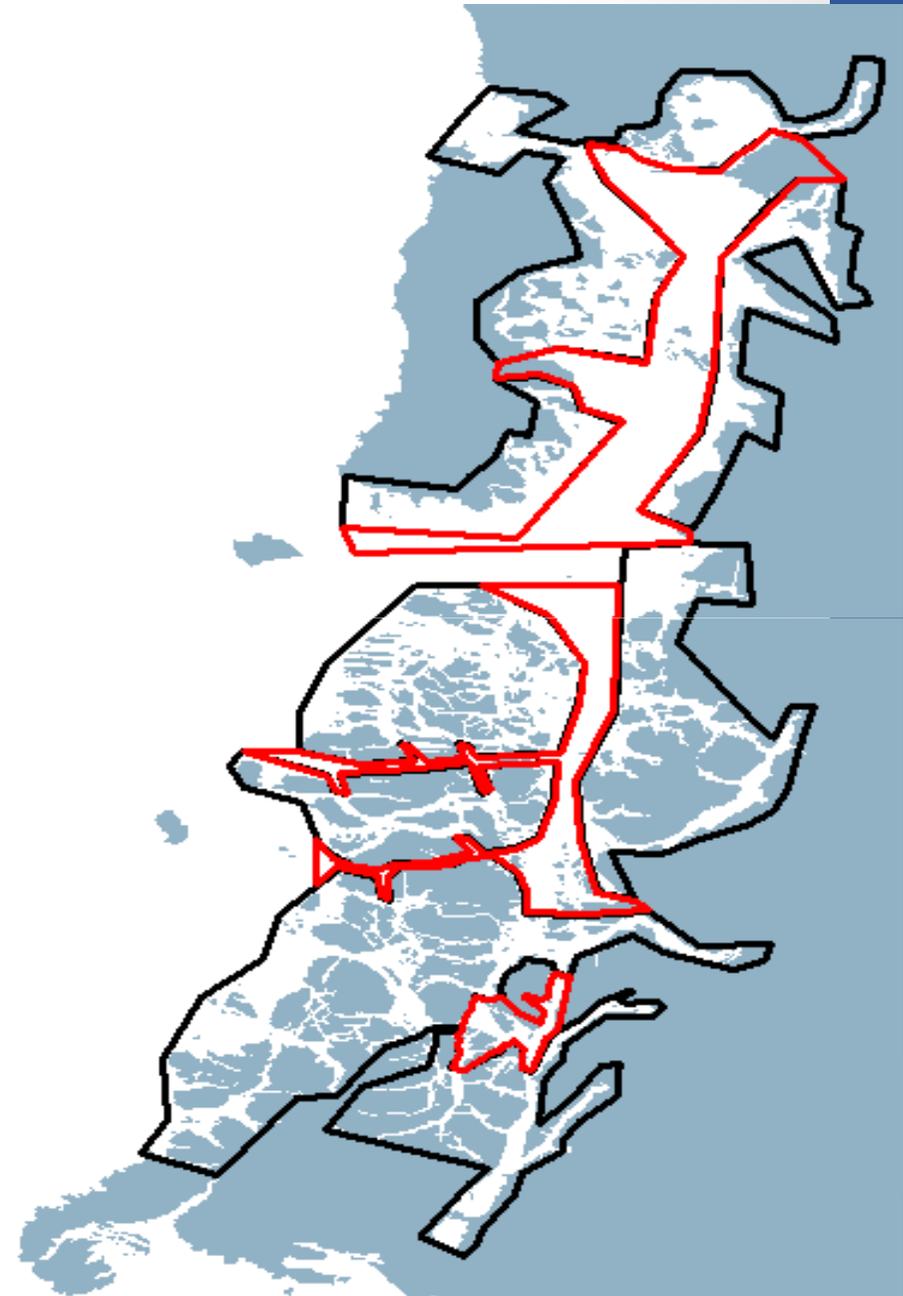
Esquema de circulación superficial en mar de Chiloé.



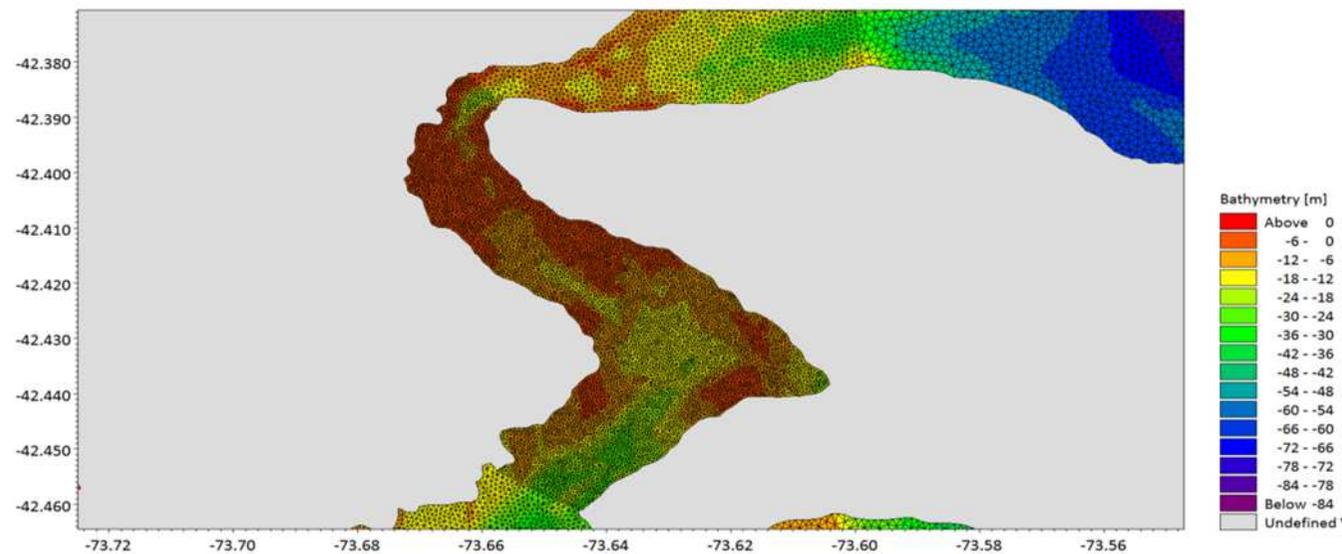
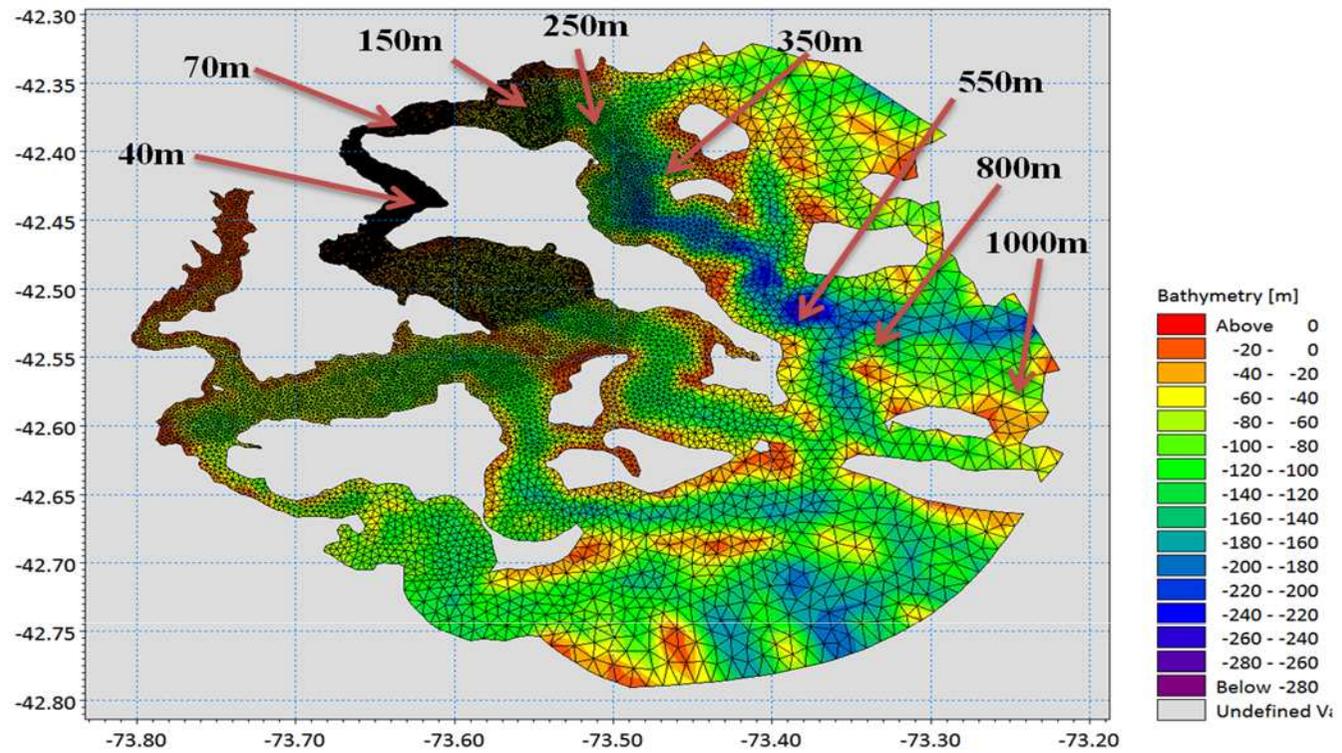
✓ Diseño y estudio técnico de macrozonas (2011-2012): Zonificación de áreas para responder a emergencias sanitarias.

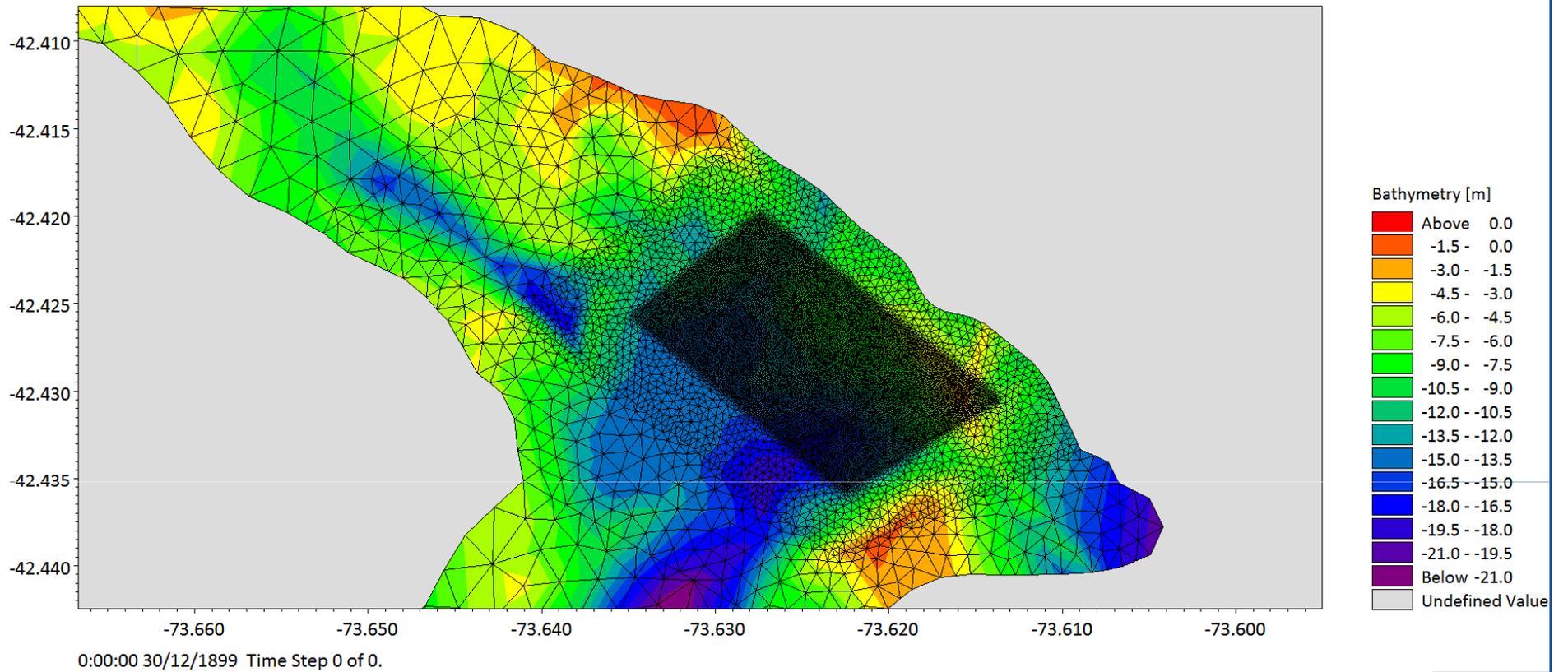


Viento N -NW



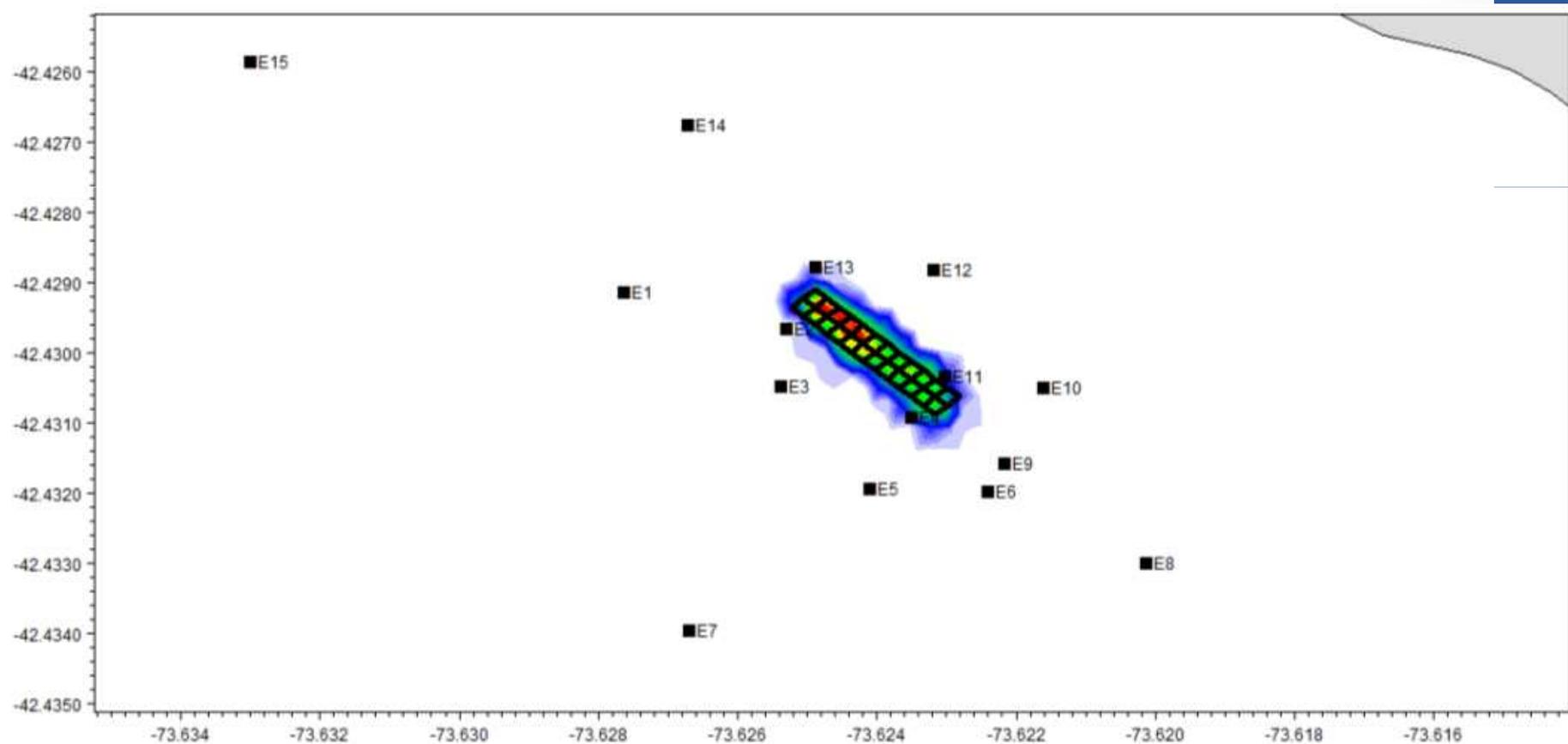
✓ Seguimiento del desempeño ambiental: Sedimentación de materia orgánica



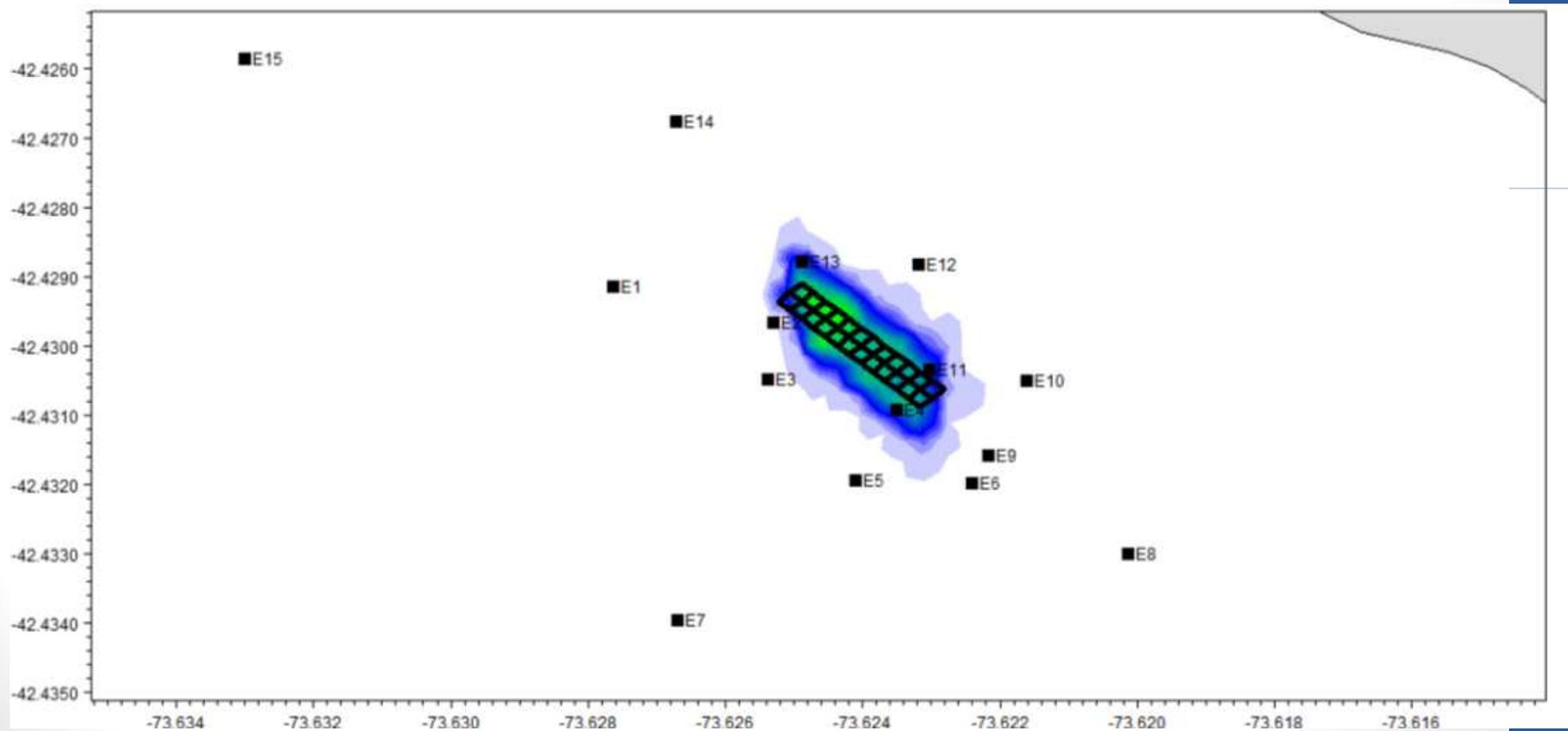


15 a 20m. resolución

Alimento de salmón:
Simulación con tasa de sedimentación de 0,1 m/s (Chen *et al.*, 1999;
Cromey *et al.*, 2002)

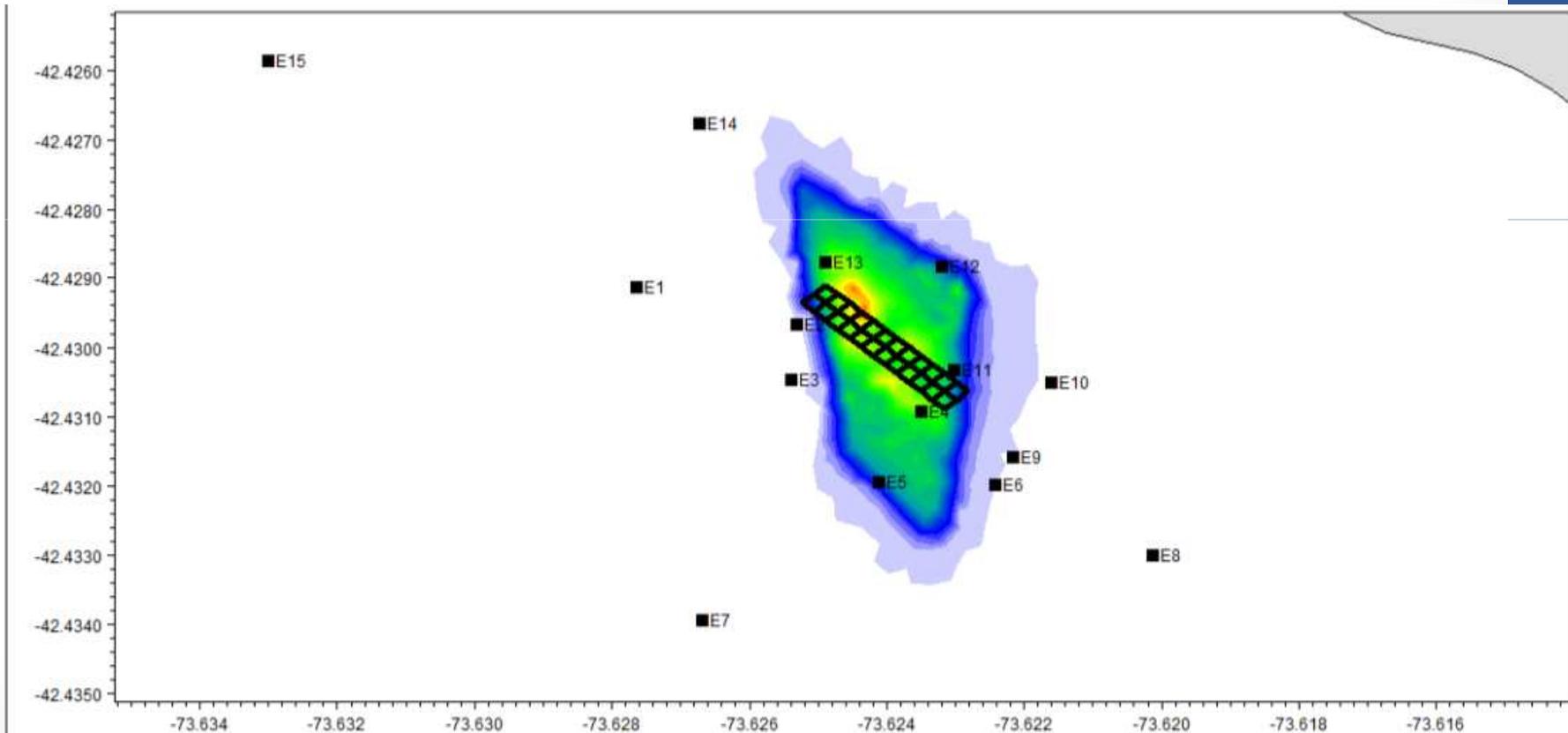


Simulación con tasa de sedimentación de 0,04 m/s (Chen *et al.*, 1999; Cromey *et al.*, 2002)

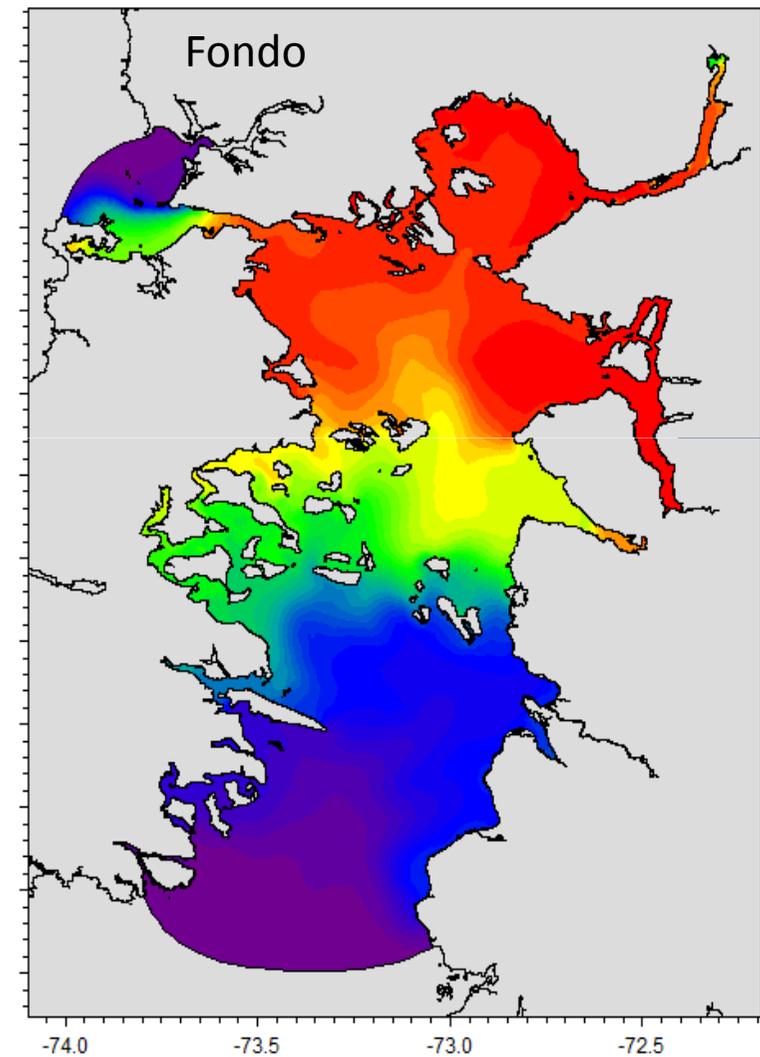
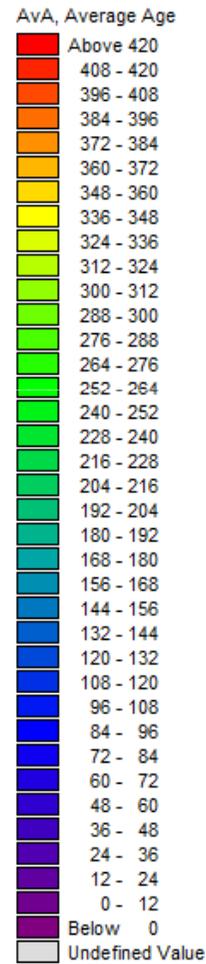
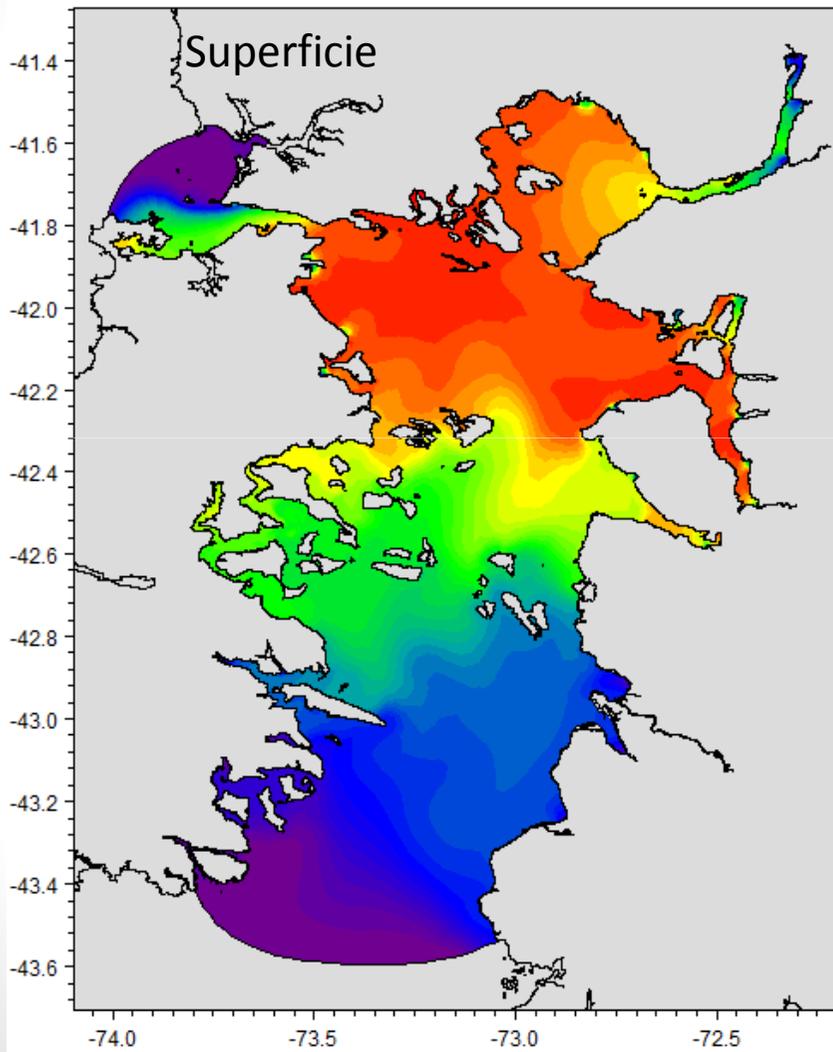


Fecas de salmón:

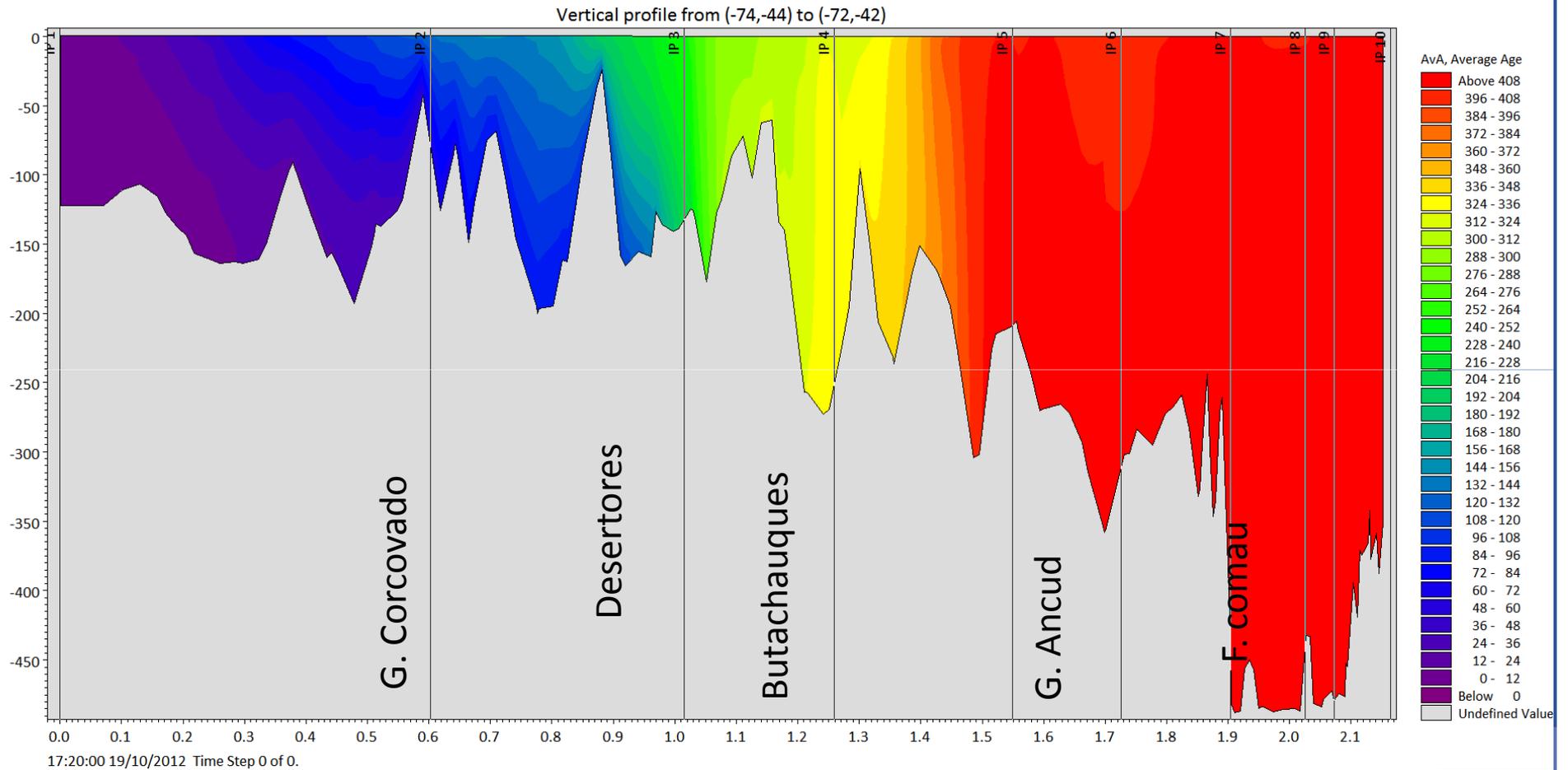
Simulación con tasa de sedimentación de 0,0133 m/s: El menor valor citado en literatura (Warren-Hansen, 1982; Weston & Gowen, 1988)



Tasas de renovación de aguas en mar de Chiloé



Corte vertical



Modelos y toma de decisiones

Presente

- Dispersión de patógenos
- Dispersión larval
- Sedimentación de materia orgánica (Ecolab)
- Zonificación de áreas con conectividad
- Tasas de renovación de aguas (Ecolab)

Futuro

Modelos operacionales - pronósticos

Etapa I: modelos hidrodinámicos →

Modelos acoplados físico -biogeoquímicos

GRACIAS...