



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Programa de Doctorado en Oceanografía

CIRCULACIÓN Y MEZCLA EN EL FIORDO RELONCAVÍ, CHILE



MANUEL IGNACIO CASTILLO SILVA
CONCEPCIÓN-CHILE
2012

Profesor Guía: Oscar Pizarro Arriagada
Depto. de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Concepción

Resumen

Circulación y mezcla en el fiordo Reloncaví, Chile

Manuel Ignacio Castillo Silva
Doctor en Oceanografía
Universidad de Concepción, 2012
Dr. Oscar Pizarro A., Profesor Guía

El Fiordo Reloncaví (RF) es uno de los fiordos más cercanos al ecuador geográfico, este se localiza cerca de los $41^{\circ} 40'S$, tiene una longitud aproximada de 55 km y un ancho máximo de 4 km. Aunque ha sido uno de los fiordos usados más intensamente para la acuicultura en Chile durante las últimas décadas, sus condiciones oceanográficas y la circulación de sus aguas son muy poco conocidas. El objetivo principal de la presente investigación fue analizar la dinámica de las corrientes submareales del RF y caracterizar sus condiciones hidrográficas durante invierno 2008 y verano 2009. Para este fin, se usaron series de tiempo de corrientes, vientos y descarga del río Puelo. Adicionalmente, se utilizaron registros estacionales de temperatura (T), salinidad (S), oxígeno disuelto (OD) y fluorescencia/clorofila-a (Chl-a).

El estudio mostró que la capa superior posee un espesor del orden de 8 m cerca de la cabeza y menos de 2 m en torno a la boca, el aporte de agua dulce regula la salinidad superior, que además es sostenida por la mezcla vertical a lo largo de todo el fiordo. La hidrografía mostró una marcada variabilidad estacional. La estructura de las isopicnas indicó un máximo relativo de presión (alta presión) en superficie en el centro del fiordo, debido al gran aporte de agua dulce del río Puelo. Este aporte fluvial en el centro del fiordo, junto a la máxima curvatura del fiordo en ese lugar, podrían ser factores que modifican los balances dinámicos localmente. El viento presentó un claro patrón estacional, con una dirección predominante hacia el exterior del fiordo en invierno y hacia el interior en primavera-verano, además en este último periodo el viento presentó un marcado ciclo diario. La columna de agua muestra una intensa estratificación vertical tanto en invierno como en verano, siendo más intensa durante el periodo de invierno. En términos de los balances dinámicos submareales a lo largo del fiordo, los términos advectivos fueron los responsables de balancear el gradiente de presión, mientras que en el eje transversal, el balance mostró ser aproximadamente geostrófico. La

relación entre los perfiles medios de las corrientes observadas y el perfil medio de velocidad geostrofica fue altamente significativa ($R^2=0,79$). La presencia de oscilaciones internas tipo seiche fueron distinguibles en los espectros de corrientes (periodo de 3 días), estas se presentaron mucho más marcadas durante primavera-verano y su energía podría incrementar la mezcla interna del fiordo. Otro tipo de oscilaciones de más baja frecuencia (~10-15 días) pueden propagarse desde el exterior del fiordo y su forzamiento podría provenir de oscilaciones en el campo de vientos regional o a oscilaciones mareales. En fiordos sin un umbral tan evidente, como en el RF, es posible que tanto oscilaciones internas naturales (tipo seiche) y oscilaciones provenientes desde el exterior del fiordo contribuyan significativamente a la ventilación y mezcla del fiordo.

El análisis de la variabilidad estacional de las estructuras de T, S, OD y Chl-a, a lo largo del fiordo, mostraron una delgada capa superficial (entre 4 -8 m) de agua salobre (salinidades < 10) y bajo esta una capa extensa que se extiende hasta el fondo de las cuencas con salinidades > 10 y < 33 . Se apreciaron relativamente altas concentraciones de OD (> 6 mL L⁻¹) y Chl-a (>10 mg m⁻³) durante el verano en torno a los 7 m de profundidad. Las concentraciones de Chl-a pueden estar asociadas a una producción in-situ, distinto a lo observado durante el verano, donde las bajas concentraciones de clorofila (< 1 mg m⁻³) sugieren la intrusión de aguas al fiordo. En otoño, bajo los 50 m las aguas son relativamente más saladas ($> 32,6$) y cálidas ($> 10,7^\circ\text{C}$) que durante el verano, mediciones en el exterior del fiordo (en el Seno Reloncaví) sugieren que estas aguas tienen un origen oceánico con tiempos de residencia lo suficientemente largos para reducir su OD bajo los 3 mL L⁻¹. Estas concentraciones de OD fueron observados en la capa profunda del fiordo en verano y otoño. El agua salobre de la capa superior posee un tiempo de descarga de 9.4 días durante el verano (considerando el fiordo completo), mientras que durante el invierno este tiempo se reduce a 4,3 días. El análisis del número de Richardson (Ri) indicó que condiciones de mezcla ($Ri < 0,25$) se presentan en muy pocas oportunidades (~ 8% de los casos), lo cual indica que el fiordo mantiene su estratificación en invierno y verano, y sólo en limitadas ocasiones (principalmente durante invierno) se presentan condiciones favorables para la mezcla.

Palabras Claves: Fiordo, balance de momentum, submareal, geostrofia, mezcla, número de Richardson.