

Efectos boyantes en procesos de transporte turbulento en sistemas acuáticos

Yarko Niño, Carolina Meruane, Christian Ihle
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile
ynino@ing.uchile.cl

En este trabajo se discuten algunos problemas de transporte de masa, calor, momentum y energía en sistemas acuáticos ambientales, particularmente lagos y estuarios. Estos sistemas se presentan típicamente estratificados debido a altos gradientes verticales de densidad producidos por diferencias de temperatura o salinidad. Los sistemas ambientales considerados son forzados por condiciones meteorológicas e hidrológicas (caudales afluentes, viento, marea, radiación solar, etc.) y los flujos resultantes son por lo general turbulentos. La estratificación de la columna de agua, sin embargo, puede afectar la turbulencia del flujo, disminuyendo los flujos verticales de masa, calor, momentum y energía cinética turbulenta. Esto se interpreta como una consecuencia de efectos boyantes, asociados al trabajo mecánico que consume el proceso de mezcla en contra del gradiente de densidad media, el que tiende a disminuir la energía cinética turbulenta del flujo disponible para el transporte turbulento. En la investigación que se reporta en el trabajo se ha demostrado experimentalmente la disminución y eventual supresión de la capacidad de mezcla vertical a través de interfaces de alto gradiente de densidad bajo distintas condiciones de flujo que simulan aquellas observadas en lagos o embalses estratificados y estuarios con intrusión salina. Estos mismos sistemas han sido simulados numéricamente utilizando modelos de transporte turbulento que toman en cuenta los efectos boyantes antes discutidos. Uno de ellos es el modelo $k-\epsilon$ el que utiliza la energía cinética turbulenta, modificada por efectos boyantes, para determinar los coeficientes de difusión turbulenta en flujos estratificados. Estos modelos son validados con la información experimental antes descrita y aplicados para la simulación del comportamiento de sistemas naturales. Se reportan en el trabajo simulaciones que reproducen adecuadamente el comportamiento de lagos y embalses chilenos, como el embalse Rapel y el lago Villarrica, lo cual se concluye a partir de comparación con observaciones de terreno. Finalmente, se discuten algunos resultados sobre la simulación numérica directa, bidimensional, del proceso de convección penetrativa en lagos, causada por la disminución de la temperatura superficial del cuerpo de agua debido a condiciones meteorológicas.