

Conclusiones

Dinámica de la mezcla en el estuario

- **Se han parametrizado y descrito tres áreas típicas en el estuario estas son:**
 - Cabeza
 - Cuerpo
 - Desembocadura
- **Se ha utilizado el criterio empírico de Legovic (1991) para desarrollar un criterio cuantitativo (criterio de Richardson de gradiente) sistemático para delimitar una interface de densidades. Se recomiendan valores para el criterio de Brunt-Väisälä con idénticos resultados.**

Conclusiones

Dinámica de la mezcla en el estuario

- **Las características de la mezcla expresadas por medio de números adimensionales de Richardson, Reynolds, Froude, Schmidt, Prandtl y Rossby representa un buen enfoque de un sistema para aplicar en fluidos medio ambientales del tipo del estuario del Ebro.**
- **Los valores de los caudales locales afectan directamente la mezcla en el estuario. Por ello es importante una buena evaluación de estos si se desea hacer estimaciones de tipo cuantitativo, no se recomienda el uso de los caudales medidos en los embalses para estas determinaciones y de ser necesario hacerlo de manera cautelosa.**

Conclusiones

Dinámica de la mezcla en el estuario

- Las medidas de las velocidades en la columna de agua se corresponden bien con los perfiles logarítmicos típicos de capa límite respecto a la capa de mezcla esperados por el poco prisma de mareas de la zona, sin embargo fue posible observar perfiles de diversos tipos.
- La fuente principal de la mezcla en el estuario del Ebro corresponde a la cizalladura generada por la capa superior del estuario, y el gradiente de esta en la capa de mezcla lo que no excluye otras fuentes como la fricción por el viento. Los ajustes con datos experimentales de este tipo, así lo evidencia.

Conclusiones

Dinámica de la mezcla en el estuario

- **La batimetría normalizada indica algunos otros puntos potenciales a las distancias: 27.26, 22.06, 14.51, 10.88 y 6.96 kilómetros aguas arriba de la desembocadura; además de los conocidos 32.67 (Barranco de la galera), 19.96 (Isla de Sapinya) y 17.38 (Isla de Gracia).**
- **Las eficiencias de la mezcla medidas y evaluadas, muestran tres zonas diferentes en el estuario formado por las estaciones fijas:**
 - Estaciones R3 - R4 altas eficiencias de mezcla
 - Estaciones R1 - R2 bajas eficiencias de mezcla
 - El resto de las estaciones, valores intermedios

Conclusiones

Dinámica de la mezcla en el estuario

- Se establece una relación empírica para una cuña estable, por medio de la cual es posible establecer la distancia aproximada de la cabeza de acuerdo a la menor salinidad medida:

$$D_c = a \sinh((\rho_{mc} - \rho_{mintot})^{1/2} (\Delta\rho))^{4.8}$$

Conclusiones

Organismos planctónicos

- **Las densidades de los organismos indicadores del agua de mar (pcb) fueron similares a los valores reportados para ambientes estuarinos Mediterráneos.**
- **La presencia en la columna de agua de los organismos de acuerdo a las características hidrodinámicas del medio, muestra una buena correlación con la salinidad y con el número de Reynolds, debido principalmente a que este es uno de los valores que controla la mezcla.**

Conclusiones

Organismos planctónicos

- **Se observaron organismos marinos y de agua dulce principalmente en la capa de mezcla del estuario durante condiciones de recuperación de la cuña salina lo cual puede evidenciar:**
 - 1. Que existe suficiente energía para suspender a estos organismos
 - 2. El ambiente de la capa de mezcla posee características adecuadas para la vida de estos organismos al menos durante el tiempo de recuperación de la cuña.

Conclusiones

Organismos planctónicos

- **La relación lineal de las abundancias de los organismos pcb respecto de la salinidad, parece estar fuertemente influenciada por el numero de Reynolds asociado a la descarga local del río para condiciones de recuperación de la cuña.**
- **Para una cuña estable se presenta una relación inversa de la salinidad y la abundancia de las pcb en la estaciones R5 y R6, lo que manifiesta que la zona salina cercana a la capa de mezcla es mejor para la su sobrevivencia, despues de encontrarse en este ambiente por un tiempo. Lo anterior sugiere un comportamiento histórico de la mezcla turbulenta sobre la adaptación de los organismos al ambiente estuarino.**



Conclusiones

Organismos planctónicos

- **El alto número de organismos representativos del grupo de especies de pcb influye directamente sobre las abundancias del fitopláncton total en el estuario para los días de campaña.**



Conclusiones

La pluma del Ebro

- **Las evaluaciones de las longitudes características superficiales entre los experimentos con rotación y observaciones de campo y numéricas, muestran una similitud en el orden de magnitud.**
- **La dinámica del avance del frente de la pluma modelada numérica y experimentalmente con colorante muestran una relación similar aunque no en el orden de magnitud, principalmente se debe a que el modelo numérico por definición trabaja en la mesoescala, mientras que las estructuras observadas en el modelo de laboratorio se encuentran en la frontera de la meso y la gran escala.**

Conclusiones

La pluma del Ebro

- Se determina la dependencia del área de la pluma modelada con respecto al tiempo $A(t)$ como:

$$\bar{k}_{h(t)} = \frac{1}{2} \frac{\partial A(t)}{\partial t}$$

- El uso coordinado de herramientas numéricas y experimentales nos ofrece una oportunidad de acortamiento del tiempo de trabajo en fluidos medioambientales, sin embargo es necesario el uso de datos reales para la validación de las observaciones indirectas.

Agradecimientos

- **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.**
- **Proyectos Cytmar y Pionner.**
- **Proyecto HPRI-1999-CT00060 de la CE en los laboratorios del SINTEF en Trondheim y co-financiada por el proyecto XT00-0016.**
- **Experimentación numérica fue llevada a cabo con el apoyo del programa de movilidad internacional de la UPC en el LSEET con la ayuda del código OCKE3D.**