

Resumen

Portada

Menú rápido

Las variables físicas que describen la mezcla, son perfectamente comparables para experimentos de laboratorio estudiados por un nutrido grupo de investigadores en la dinámica de fluidos medioambientales. En este trabajo se relacionan variables de tipo físicas y biológicas y se destaca el uso de las primeras como ayuda en la interpretación de las variables biológicas, demostrándose su utilidad. Se utilizan además distintos experimentos de laboratorio enfocados al estudio de la dinámica de la mezcla turbulenta en un flujo estratificado inducida por cizalla y a las escalas de las estructuras inducidas por dinámica de la pluma en el delta. Este objetivo se lleva a cabo describiendo las características de un ambiente estuarino y de la pluma por medio de indicadores como el número de Richardson y de Reynolds. Para ello se emplea una metodología avanzada de toma de muestras, técnicas experimentales de laboratorio como procesamiento de imágenes y técnicas numéricas para la modelización de la pluma en la desembocadura del estuario.

- El estuario bajo estudio se encuentra presente en el delta del Ebro, donde existe la mayor parte de año una cuña estable que es controlada principalmente por los caudales locales del río. Con la finalidad de observar una cuña estable, se realizó una campaña en el mes de julio de 1997. Adicionalmente para la obtención de variable a partir de las cuales puede hacerse una descripción de la dinámica de la mezcla y la obtención de variables biológicas, se desarrollaron una serie de campañas donde se buscaron diferentes condiciones del flujo del río que determina la mezcla en el estuario; estas campañas se realizaron las fechas del 5 de abril de 1998, 12 de julio, 5 de octubre de 1999 y 5 de febrero de 2000. En este trabajo junto al trabajo de campo, se realizan experimentos de laboratorio y simulaciones numéricas; se establece además un criterio cuantitativo del inicio y final de una capa de una estratificación en la columna de agua, se establecen zonas características de la mezcla en el estuario, la distancia de la cabeza de la pluma en cualquier punto del estuario incluyendo la boca a partir de la medida de la densidad mínima en la columna de agua, que la medida de los caudales locales maneja dinámica de la mezcla tanto en el cuerpo del estuario como en la pluma, además de medidas de eficiencia de mezcla, relaciones de la abundancia de organismos típicos de agua marina en el estuario de acuerdo a uno de los descriptores de la mezcla como el número de Reynolds, se describe la dinámica general de la circulación superficial inducida por la pluma en la zona costera adyacente del delta del Ebro por medio del seguimiento de partículas trazadoras y de la circulación en la columna de agua por seguimiento de colorante, por último se comparan las estructuras y escalas dominantes observadas experimentalmente con estructuras observadas por medio de percepción remota y simulaciones numéricas obteniéndose una buena correlación con los tendencias las medidas naturales y experimentales de laboratorio y numéricas.

Abstract

Physical variables that describe mixing are compared with experimental laboratory results from a large number of studies of mixing dynamics in environmental fluids to find habitat regimes for primary production. The work relates physical and biological variables, and emphasises the utility of laboratory studies. Several laboratory experiments that focused on turbulent mixing dynamics in stratified shear flows are used to describe (a) mixing in the estuary and (b) induced circulation in the river plume. Mixing descriptors as entrainment, Richardson number and Reynolds number and field data were employed, and advanced techniques of laboratory simulations, image processing and numerical modelling were used to match (a) to (b). Four kinds of experiments were used to describe the dynamics in the whole estuary. 1) Mixing turbulence across a density interface generated by an oscillating grid inside a mixing-box. 2) The horizontal advance of a turbulent front in a stratified system with a lateral current, inside a 1 m x 1 m square box. 3) Induced circulation in the delta del Ebro slope and shelf that were performed with an experimental model in a 2 m x 4 m rectangular tank on a 5-m diameter turntable. 4) Dispersion simulations in the river plume with the OCK3D code. Experiments 1 and 2 were developed in the UPC applied physic laboratories in Barcelona, experiments 3 were performed in the SINTEF laboratories in Trondheim and numerical experiments 4 were realized in the LSEET laboratories in Toulon. The estuary under study is the delta of the del Ebro, where a stable saline wedge is present the greater part of the year, driven by the river flow. A field campaign was carried out to observe a complete large stable saline wedge during the month of July of 1997. Additionally, to obtain the physical descriptors, cruises were made on 5 April, 1998, 12 July and 5 October, 1999 and 5 February, 2000 to observe several flow conditions in the river estuary. Particle tracking and optical measurements in the water column were used to study the induced length scale dynamics in the shelf and slope of the delta del Ebro. The dominant structures and scales from SAR images and numerical and laboratory simulations were compared with the field data. With the help of laboratory and field experiments and numerical simulations, qualitative criteria were suggested to determine the extent of the interface ending in a stratified water column, the different mixing characteristic zones within the estuary, and the distance of the estuary head, since elsewhere points in the estuary (including the river mouth) are obtained by means of the minimum density in the water column. Both estuary mixing and plume dynamics are driven by the local flow. In the present analysis of mixing efficiency, the phytoplankton abundance is in accord with the Reynolds number as a mixing descriptor.