Taller y Tertulia en Oceanografía

Editores A.W. Ratsimandresy A. Marrero Díaz J.P. Pelegri I. Laiz Alonso S. Menvielle

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

٩.

\$

1

4

Indices

Introducción Contenido Información General Patrocinadores Programa	1 1 2 2 3			
Lista de Ponencias				
Medidas de Transporte de Sedimentos en Playas a partir de la Utilización de Trazadores Fluorescentes I. Alonso, J.C. Vergara, A. Bautista, J. Alcántara-Carrió, I. Alejo, C. Fernández,				
A. Boyra y L. Cabrera Nivmar: Un Sistema de Previsión del Nivel del Mar para las Costas	8			
E. Alvarez Fanjul, B. Pérez Gómez e I.R. Sánchez Arévalo El Impacto del Movimiento Mareal sobre la Circulación Residual y la Mezcla en el Estuario del Lago Maracaibo	12			
A. Antoranz Primary Production and Respiration Balance in the Upwelling-Canary CTZ Region	13			
Javier Arístegui Ruiz	15			
The Lee of Gran Canaria E.D. Barton	17			
Análisis de la Respuesta como Barómetro Invertido del Nivel Medio del Mar en la Costa Occidental de la Península Ibérica a partir de Datos Altimétricos M Bruno M Salvador y B Mañanes	18			
Geología Marina: Una Visión Ecléctica	10			
Miquel Canals Laboratory Simulation of Mixing by Friction between Layers of Different Density	22			
J. Cisneros	25			
Adquisición y Procesado Automático de las Imagenes NOAA y SeawIFS F. Eugenio González, F. J. Marcello Ruiz y A. Hernández Guerra Patrones de Corta Escala en la Hidrodinámica y Circulación Biogeoquímica de un Estuario Afectado por Aflerentiente	26			
de un Estuario Alectado por Alloramiento F. Fernández Pérez	30			
Ventilación Oceánica Profunda por Flujos de Aguas Antárticas Intermedias: Una Contribución Española al Proyecto Internacional DOVETAIL				
M.A. García e Ileana Blad Onboard Determination of Heavy Metals Using High Speed Cathodic Stripping Voltammetry – Determination of Al Water Column Profiles at the North Atlantic Ocean	31			
J.J. Hernández-Brito	34			
Variabilidad de la Corriente de Frontera Este A. Hernández Guerra, F. López Laatzen, Jesús Cisneros, A.W. Ratsimandresy, A.	25			
Antoranz, A. Martinez, P. Sangra y J.L. Pelegri Resources, Predation, and Export Flux in the Ocean	30			
Santiago Hernández-León	39			

(

.

On the Relation between Decadal Variability of Subtropical Mode Water and the North Atlantic Oscillation				
Terrence M. Joyce Determinación de la Capacidad Complejante de la Materia Orgánica Disuelta en el Medio Marino	40			
L.M. Laglera Baquer, M. González Dávila y M. Santana Casiano Modelización del Giro Subtropical del Atlántico Norte con Modificaciones en la Cuenca de Canarias	41			
I. Láiz, P. Sangrà y J.L. Pelegrí	43			
Turbulence Plankton and Nutrient Interactions	15			
Circulación Residual y Fitoplancton: Un Estudio Cuantitativo B. Martín-Míguez, L. Fariña y F. G. Figueiras	43			
Aproximación a la Determinación de Co en Aguas de la Zona Marítima de Canarias				
F.J. Martín Muñoz y J. J. Hernández Brito	49			
Oceanografía Física de la Corriente de Canarias: Variación a Corto Plazo y Variabilidad Estacional e Interannual				
E. Navarro-Pérez y E.D. Barton	51			
Francisco J. Ocampo Torres	52			
Campañas Hidrográficas en el Noroeste Africano: El Ramal Oriental de la Corriente de Canarias y el Filamento de Cabo Ghir J. L. Pelegrí, A. Marrero-Díaz, A. Antoranz, C. Gordo, A. Hemández-Guerra, A.				
Ratsimandresy, A. Rodríguez-Santana y P. Sangrà	53			
Estimates of Mean Cross-Stream Transport into the Gulf Stream				
A.W. Ratsimandresy and J. L. Pelegrí La Influencia de la Mezcla Diapicna en un Modelo de Frontogénesis	59			
A. Rodríguez-Santana, P. Sangrà y J.L. Pelegrí Advection of Continental Water Inputs along the Continental Slope and its Role as an Export Mechanism for Anchovy, <i>Engraulis Encrasicolus</i> , Larvae				
J. Salat, A. Sabatés, and M.Pilar Olivar Evolución Lagrangiana de un Remolino Anticiclónico Generado por la Isla de Gran Canaria Inferida a partir de la Trayectoria de Boyas Argos				
Pablo Sangrà	67			
J. M. Santana Casiano, M. González Dávila, L. M. Laglera Baquer y M ^a J. Rodríguez Somoza	69			
Cálculo por Diferencias Finitas de Corrientes Inducidas por la Marea y el Viento en la Ría de Vigo				
C. Souto, L. Fariña, e I. Rodríguez	71			
Descripción de un Modelo Numérico de Circulación para la Ria de Vigo: Resultados Obtenidos				
S. Torres López, E. Delhez, G. Martin, R. Varela Los Estudios de Oceanografía Geológica en las Rías Bajas de Galicia				
Federico Vilas Martín 7				
Status of the Georges Bank CaseStudy				
Francisco E. Werner	76			
The Balance of Plankton Respiration and Photosynthesis in the Open				

Oceans

Lista de Pósters

The Ocean Atlas of Hawaii					
P. Flament, S. Kennan, R. Lumpkin, M. Sawver, and E. Stroup 8					
The Perturbation of the Canary Current by the Canary Archipelago					
A. Hernández-Guerra, I. Arístegui, A. Antoranz, I. Cisneros-Aguirre, F. Eugenio.					
C Gordo L García-Weil D Grisolía B Jiménez A Marrero A Martínez M					
Dacheco I I Delegri A Rodríguez-Santana A Rateimandresy and D Sangrà					
A Numerical Study on Cron Conoria Island Eddies Comparties, and P. Sangra					
A Numerical Study on Gran Canaria Island Eddles Generation					
B. Jiménez and P. Sangra					
Determinación de las Tasas de Crecimiento en Cultivos Controlados de					
Daphnia Magna					
I. Mayo, J.M. Morales y M. Gómez	88				
Bio-Physical Modelling of Mesoscale Structures Encountered Southwest of					
Gran Canaria Island					
S. Mentvielle, P. Sangra y J. Arístegui	89				
Proyecto de un Instrumento para la Calibración de XBTs					
Elena Ojeda Casillas y Marc Gasser i Rubinat	91				
Características Oceanográficas en el Área de las Islas Canarias a partir de					
Sensores Remotos: NOAA v SeaWIFS					
C Padrón P Virumbrales S Rodríguez E Machín y E Fraile	92				
Estructuras Masaescalares Intensas en Las Islas Canarias	14				
Padrán D Virumbralas S Dodríguez E Machín y E Eraile	03				
C. Faulon, F. Vitumblates, S. Rounguez, F. Macinii y E. Flane	95				
I am ima hat was the I anow I have and the I moveling brokens of					
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off					
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa					
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D.					
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P.					
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà	94				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud	94				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí	94 95				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal	94 95				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana	94 95 98				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia	94 95 98				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica	94 95 98				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila	94 95 98 101				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño. Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial	94 95 98 101				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial	94 95 98 101				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella	94 95 98 101 102				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella	 94 95 98 101 102 103 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella	 94 95 98 101 102 103 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella Ondas Internas de marea en el talud insular de Gran Canaria P. Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Aristegui Salidas de Prácticas en el Corvette	 94 95 98 101 102 103 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella Ondas Internas de marea en el talud insular de Gran Canaria P. Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Aristegui Salidas de Prácticas en el Corvette A. Sestayo de la Cerra, E. Pallàs Sanz, L. Nordström Izquierdo, L. Alou Valero,	 94 95 98 101 102 103 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella Ondas Internas de marea en el talud insular de Gran Canaria P. Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Aristegui Salidas de Prácticas en el Corvette A. Sestayo de la Cerra, E. Pallàs Sanz, L. Nordström Izquierdo, L. Alou Valero, S. Vallina Fernández y M. Gasser i Rubinat	 94 95 98 101 102 103 102 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella Ondas Internas de marea en el talud insular de Gran Canaria P. Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Aristegui Salidas de Prácticas en el Corvette A. Sestayo de la Cerra, E. Pallàs Sanz, L. Nordström Izquierdo, L. Alou Valero, S. Vallina Fernández y M. Gasser i Rubinat Diagnóstico de Velocidades Verticales en un Frente Oceánico	 94 95 98 101 102 103 102 102 102 				
Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud Pilar Pérez-Rodríguez y José Luis Pelegrí Características Dinámicas de una Zona Frontal P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Organica M ^a J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial Joaquín Salvador Castiella Ondas Internas de marea en el talud insular de Gran Canaria P. Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Aristegui Salidas de Prácticas en el Corvette A. Sestayo de la Cerra, E. Pallàs Sanz, L. Nordström Izquierdo, L. Alou Valero, S. Vallina Fernández y M. Gasser i Rubinat Diagnóstico de Velocidades Verticales en un Frente Oceánico Pedro Vélez y Joaquín Tintoré	 94 95 98 101 102 103 102 102 109 				

(

۴

Lista de Talleres

Instrumentación Oceanográfica

00

5

J.S. Castiella, A. Antoranz, L.M. Laglera, J.G. Basterretxea y C. Almeida 111 Diseño de una Campaña Oceanográfica - Tratamiento de Datos

P. Sangrà, C. Gordo, A. Antoranz, A. Marrero y J.M. Cortes 112

\$

Introducción

En noviembre de 1998 se realizará el tercer Taller-Tertulia de Oceanografía en la Facultad de Ciencias del Mar, en esta ocasión con un enfoque interdisciplinar de la Oceanografía. En él participarán investigadores nacionales e internacionales de Oceanografía Física, Oceanografía Biológica, Oceanografía Química y Oceanografía Geológica. Los objetivos del evento son:

(1) consolidar la creación en Canarias de un foro científico apropiado para el intercambio de conocimientos y experien- cias en temas punteros dentro del área de la Oceanografía, enfatizando su enfoque interdisciplinar

(2) garantizar su transmisión a los estudiantes de segundo y tercer ciclo de la comunidad universitaria

(3) divulgar el papel de los Licenciados en Ciencias del Mar en los estudios interdisciplinares encaminados hacia una mejor comprensión del ambiente litoral y oceánico.

En este Año Internacional de los Océanos el Taller-Tertulia contará con la presencia de destacados investigadores provenientes de instituciones oceanográficas europeas y ame- ricanas.

En el Taller-Tertulia se enfatizará el intercambio de experiencias e ideas entre los conferenciantes y demás participantes. Para ello se realizarán diversas actividades tales como conferencias invitadas, sesiones con comunicaciones orales, sesiones de posters de estudiantes y talleres prácticos. También se realizará un foro-debate sobre la orientación interdisciplinar de la Oceanografía y el rol de los Licenciados en Ciencias del Mar dentro de la comunidad, que se llevará a cabo en la Casa de Cultura de Telde.

Contenido

Sesiones Orales

En las Sesiones Orales se presentarán y discutirán temas punteros dentro de la Oceanografía. Las Sesiones previstas son:

- O1: Oceanografía Física
- O2: Oceanografía Biológica
- O3: Procesos Físico-Biológicos Acoplados
- O4: Oceanografía Química
- O5: Oceanografía Geológica
- O6: Procesos Biogeoquímicos
- O7: Teledetección Oceánica
- O8: Experimentos de Laboratorio en Fluidos
- O9: Modelaje Numérico

Sesiones de Pósters

Se desarrollarán Sesiones de Pósters en las cuales los estudiantes podrán presentar sus ideas y trabajos de carácter científico, educativo o divulgativo.

Talleres Prácticos

Se realizarán 2 talleres prácticos en un formato que fomente la interacción entre los participantes.

Foro-Debate

Se realizará un Foro-Debate sobre el presente y futuro de las Ciencias Marinas en la Casa de la Cultura de Telde, en el cual se analizará el papel que deben desempeñar los Licenciados en Ciencias del Mar.

Información General

Fecha de Impartición

Del 2 al 7 de noviembre de 1998, de 16:00 a 21:00 horas

Lugar

Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC; Casa de la Cultura de Telde; Instituto Canario de Ciencias Marinas.

٩.

Patrocinadores

Secretaría de Estado de Universidades, Investigación y Desarrollo

Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias

Cursos de Invierno, ULPGC

Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC

Departamento de Física de la ULPGC

Ayuntamiento de Telde.

PROGRAMA

	Lunes 2 de noviembre (Facultad de Ciencias del Mar)
16:00-16:15	Presentación del Curso a cargo de los directores del curso D. José Luis Pelegrí y Dña. Ángeles Marrero Díaz.
►Moderador:	Prof. Alonso Hernández
16:15-16:45	Conferenciante Invitado: Gerold Siedler (Institut für Meereskunde, Alemania) Long-term Circulation changes in the Canary-Azores Region
16:45-17:00	José Luis Pelegrí (Departamento de Física, ULPGC) Campañas Hidrográficas en el Noroeste Africano: el Ramal Oriental de la Corriente de Canarias y el Filamento de Cabo Ghir.
17:00-17:15	Pablo Sangrà (Departamento de Física, ULPGC) Evolución Lagrangiana de un Remolino Anticiclónico Generado por la Isla de Gran Canaria Inferida a partir de la Trayectoria de Boyas Argos.

17:15-17:35 Descanso

► Moderador: José Luis Pelegrí

17:35-18:05 Conferenciante Invitado: Prof. Marc García (Universidad Politécnica de Cataluña) Ventilación Oceánica Profunda por Flujos de Aguas Antárticas Intermedias: Una Contribución Española al Proyecto Internacional DOVETAIL.

18:05-18:25 Conferenciante Invitado: Miguel Bruno (Universidad de Cádiz) Análisis de la Respuesta como Barómetro Invertido del Nivel Medio del Mar en la Costa Occidental de la Península Ibérica a partir de Datos Altimétricos.

18:25-19:40 Descanso

19:40-20:40 Taller 1: Diseño de una Campaña oceanográfica. Tratamiento de Datos: Pablo Sangrà, Carmen Gordo, Ana Antoranz, Ángeles Marrero, J. M^a Cortés.

Taller 2: *Instrumentación Oceanográfica*. Joaquin S. Castiella, Ana Antoranz, Luis M. Laglera, Gotzon Basterretxea, Carlos Almeida

Martes 3 de noviembre (Facultad de Ciencias del Mar)

≻Moderador: Antonio Martínez

- 16:00-16:30 Conferenciante Invitado: Francisco Ocampo (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Méjico) El Oleaje en Regiones Costeras.
- 16:30-16:45 Silvia Torres (Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo) Descripción de un Modelo Numérico de Circulación para la Ría de Vigo: Resultados Obtenidos.
- 16:45-17:00 Enrique Álvarez (Puertos del Estado) Nivmar: Un Sistema de Previsión del Nivel del Mar para las Costas Españolas.
- 17:00-17:15 Francisco Eugenio (Departamento de Señales y Comunicaciones, ULPGC) Adquisición y Procesamiento de las Imágenes NOAA y SeaWIFS.

17:15-18:00 Descanso

► Moderador: Ignacio Alonso

18:00-18:25	Conferenciante Invitado: Fiz Fernández (Instituto de Investigaciones Marinas, Vigo) Patrones de Corta Escala en la Hidrodinámica y Circulación Biogeoquímica de un Éstuario afectado por Afloramiento.
18:25-18:50	Conferenciante Invitado: Miguel Canals (Universidad de Barcelona) Geología Marina: Una Visión Ecléctica.
18:50-19:05	Carlos Souto (Facultad de Ciencias, Vigo) Cálculo por Diferencias Finitas de Corrientes Inducidas por la Marea y el Viento en la Ría de Vigo.
19:05-21:00	Taller 1: Diseño de una Campaña Oceanográfica. Tratamiento de Datos: Pablo Sangrà, Carmen Gordo, Ana Antoranz, Ángeles Marrero, J. M ^a Cortés.
	Taller 2: <i>Instrumentación Oceanográfica</i> . Joaquin S. Castiella, Ana Antoranz, Luis M. Laglera, Gotzon Basterretxea, Carlos Almeida

16:00-17:15	Miércoles 4 de noviembre: (Casa de la Condesa, Jinámar) Exposición de Pósters
17:00-18:00	Descanso
18:00-20:30	Foro-Debate: El Presente y el Futuro de las Ciencias Marinas. El Papel que Deben Desempeñar los Licenciados en Ciencias del Mar.

Jueves 5 de noviembre (Facultad de Ciencias del Mar)

► Moderador: Melchor González

16:00-16:30	Conferenciante Invitado: Peter Williams (University College of North Wales, Gales) <i>The Balance of Plankton Respiration and Photosynthesis in the Open Oceans.</i>
16.20 16.15	Lavier Arietanyi (Departemente de Rielecía III PCC) Primer

16:30-16:45 Javier Arístegui (Departamento de Biología, ULPGC) Primary Production and Respiration Balance in the Upwelling-Canary CTZ Region.

16:45-17:00	Santiago Hernández-León (Departamento de Biología, ULPGC)
	Resources, Predation, and Export Flux in the Ocean.

17:00-17:15 Belén Martín (Facultad de Ciencias, Vigo) Circulación Regional y Fitoplancton: Un Estudio Cuantitativo.

17:15-17:35 Descanso

≻Moderador: Pablo Sangrà

17:35-18:05	Conferenciante Invitado: Francisco Werner (University of North Carolina, E.E.U.U.) Coupling Physical and Biological Models in Continental Shelf Regions: Status of the Georges Bank Case-Study.
18:05-18:20	Angel Rodríguez (Departamento de Física, ULPGC) La Influencia de la Mezcla Diapicna en un Modelo de Frontogénesis.
18:20-18:35	Irene Láiz (Departamento de Física, ULPGC) Modelización del Giro Subtropical del Atlántico Norte con Modificaciones en la Cuenca de Canàrias.
18:35-18:50	Jesús Cisneros (Departamento de Física, ULPGC) Simulación en el Laboratorio de Mezcla por Fricción entre Capas de Diferente Densidad.

18:50-19:10 Descanso

>Moderador: Santiago Hernández

- 19:10-19:40 Conferenciante Invitado: Jordi Salat (Institut de Ciències del Mar, Barcelona) Advection of Continental Water Inputs along the Continental Slope and its Role as an Export Mechanism for Anchovy, Engraulis Encrasicolus, Larvae.
- 19:40-19:55 Conferenciante Invitado: Federico Vilas (Facultad de Ciencias, Vigo) Los Estudios de Oceanografía Geológica en las Rías Bajas de Galicia.
- 19:55-20:25 Ignacio Alonso (Departamento de Física, ULPGC) Medida de Transporte de Sedimentos en Playas a partir de la Utilización de Trazadores Fluorescentes.

Viernes 6 de noviembre (Facultad de Ciencias del Mar)

≻Moderador: José Luis Pelegrí

16:00-16:30 Conferenciante Invitado: Terrence Joyce (Woods Hole Oceanographic Institucions, EEUU) On the Relation between Decadal Variability of Subtropical Mode Water and the North Atlantic Oscillation.

- 16:30-16:45 Alonso Hernández (Departamento de Física, ULPGC) Variabilidad de la Corriente de Frontera Este.
- 16:45-17:00 Ana Antoranz (Departamento de Física, ULPGC) El Impacto del Movimiento Mareal sobre la Circulación Residual y la Mezcla en el Estuario del Lago Maracaibo.
- 17:00-17:15 Andry Ratsimandresy (Departamento de Física, ULPGC) Estimates of Mean Cross-Stream Transport into the Gulf Stream.

17:15-17:30 Descanso

Moderador: Javier Arístegui

17:30-18:55	Conferenciante Invitado: Eric Barton (University College of North
	Walles, Gales) The Lee of Gran Canaria.
18:55-18:20	Conferenciante Invitado: Cèlia Marrasé (Institut de Ciències del Mar,
	Barcelona) Turbulence Plankton and Nutrient Interactions.
18:20-18:35	Eleuteria Navarro (University College of North Walles, Gales)
	Oceanografía Física de la Corriente de Canarias: Variación a Corto
	Plazo y Variabilidad Estacional e Interanual.
18:35-18:50	Joaquín Hernández (Departamento de Química, ULPGC) Onboard
	Determination of Heavy Metals Using High Speed Cathodic Stripping
	Voltammetry-Determination of Al Water Column Profiles at the North
	Atlantic Ocean

18:50-19:05 Descanso

>Moderador: Joaquín Hernández

19:05-19:30	J. Magdalena Santana (Departamento de Química, ULPGC) El Sistema
	del Dióxido de Carbono en la Región CANIGO.
19:30-19:55	Luis M. Laglera (Departamento de Química, ULPGC) Determinación de

- la Capacidad Complejante de la Materia Orgánica Disuelta en el Medio Marino.
- 19:55-20:00 Francisco J. Martín (Departamento de Química, ULPGC) Aproximación a la Determinación de Co en Aguas de la Zona Marítima de Canarias
- 20:05 Clausura del curso y entrega de certificados.

Sábado 7 de noviembre

(Facultad de Ciencias del Mar e Instituto Canario de Ciencias Marinas)

►Visita a Buque Oceanográfico

>Visita a las instalaciones del Instituto Canario de Ciencias Marinas

Resúmenes de las Ponencias

2

46

٩.

Medidas de Transporte de Sedimentos en Playas a partir de la Utilización de Trazadores Fluorescentes

I. Alonso¹, J.C. Vergara¹, A. Bautista¹, J. Alcántara-Carrió², I. Alejo², C. Fernández¹, A. Boyra¹ y L. Cabrera¹

 ¹ Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Aptdo. 550, 35017-Las Palmas
 ² Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo, Aptdo. 874, 36200-Vigo

Introducción

La utilización de trazadores fluorescentes en estudios de dinámica litoral es una técnica que se empezó a utilizar en la década de 1950 y ha proseguido con muy pequeñas variaciones hasta nuestros días. Básicamente consiste en la liberación y seguimiento de una determinada cantidad de sedimentos que previamente se han teñido con algún tipo de pintura que emita fluorescencia al ser excitada por una fuente de luz UV. Su principal limitación está en lo laborioso del método de contaje, consistente normalmente en contar manualmente con ayuda de una luz ultravioleta el número de granos marcados que hay en una determinada superficie (p. ej. Ingle, 1966) o volumen de muestra (Collins *et al.*, 1995; Ciavola *et al.*, 1997), si bien también se han propuesto otros métodos consistentes en escanear los granos marcados (Teleki, 1963a), e incluso diluir la pintura fluorescente de los granos y pasar la solución resultante a través de un fluorómetro (Zenkovitch en Teleki, 1963b). A pesar de esta limitación, la realización de este tipo de estudios ha permitido obtener y calibrar distintas fórmulas empíricas de transporte de sedimentos por deriva litoral (Komar e Inman, 1970; CERC, 1984; Kamphuis, 1991; Ciavola *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 1998).

Desarrollo del Experimento

Este trabajo muestra una serie de resultados obtenidos al aplicar esta técnica en la zona denominada Playa Esperanza (Jandía, Fuerteventura). Esta playa se caracteriza por la existencia de un pequeño lagoon de aproximadamente 300 m de largo por 60 m de ancho, separado del frente de la playa por una barra de arena. Este lagoon únicamente queda conectado con el mar abierto durante la pleamar a través de un pequeño canal, por donde fluye el agua en uno u otro sentido en función de la marea.

El experimento consistió en la liberación durante la primera bajamar del 11/2/98 de 90 kg. de arena previamente teñida con una pintura fluorescente en dos puntos de la zona intermareal. La mitad del trazador se liberó en el límite de la bajamar, mientras que la otra mitad se liberó a unos 50 m hacia tierra del punto anterior, por lo que estaba en una posición topográficamente más elevada.

Durante el periodo en que subió la marea y ambos puntos estuvieron cubiertos por el agua se controlaron los distintos agentes que ocasionarían una removilización de los sedimentos. Así, en dos ocasiones se realizaron mediciones visuales de altura y periodo de ola mediante un cronómetro y una escala graduada. Además, se dispuso de una torre meteorológica con cuatro anemómetros a distintas alturas y un sensor de dirección (fig.

1). En cuanto a las corrientes, el día antes del experimento se instalaron dos minicorrentímetros en sendos puntos en los que la profundidad era de 4 y 15 metros respectivamente. Sin embargo, ambos instrumentos fallaron por distintas causas a las pocas horas de su instalación, por lo que los datos registrados son sólo estimativos de los que ocurrió unas 12 horas antes del inicio del experimento.



Taller y Tertulia en Oceanografía 1998

Transcurridas unas 12 horas, en la siguiente bajamar se realizó un exhaustivo muestreo, tanto en el frente de playa como en el interior del lagoon, para poder realizar el seguimiento de las partículas marcadas. En el frente de playa cada una de las muestras consistía en pequeños cores de 15 cm de profundidad, de los que se obtenían tres submuestras en vertical (0-5, 5-10 y 10-15 cm de profundidad) a fin de determinar la profundidad de transporte de los granos. Por el contrario, las muestras del lagoon eran sólo de los 5 cm superficiales, pues la profundidad de removilización era mucho menor. Además, se calculó el espesor de la capa en movimiento mediante el método de King (1951) y Komar e Inman (1970), de modo que se excavaron tres agujeros de unos 50 cm de profundidad en el frente de playa y fueron rellenados con arena teñida. En la siguiente bajamar se muestreó exactamente en los mismos puntos y se tomó la profundidad a la que la arena teñida había sido removida como una medida del espesor del movimiento.

Resultados

La fig. 2 muestra la distribución temporal de los registros obtenidos por el instrumental utilizado, así como la evolución de la onda de marea y los valores obtenidos de H_{RMS} a partir del método de Wang *et al.* (1998).



Los resultados obtenidos muestran que en el frente de la playa el movimiento de los granos se limitó a unos 100 m de los puntos de inyección, si bien el comportamiento en ambos fue muy distinto: Mientras el trazador liberado en el límite de la bajamar experimentó una dispersión enorme, con un desplazamiento del centroide de unos 30 m, la mancha situada en la mitad de la franja intermareal experimentó una dispersión mucho menor. Por lo que respecta al lagoon se encontraron concentraciones muy bajas de fluorescencia (< 10 granos/100 gr.), pero suficiente para confirmar la existencia de un cierto transporte desde el frente de la playa al lagoon a través del canal.

Referencias

CERC, 1984. Shore Protection Manual. U.S. Army Corps of Engineers.

- Ciavola, P.; Taborda, R.; Ferreira, O. y Alveirinho Dias, J. 1997. Field measurements of longshore sand transport and control processes on a step meso-tidal beach in Portugal. J. Coastal Res., 13(4) 1119-1129.
- Collins, M.B.; Shimwell, S.J.; Gao, S.; Powell, H.; Hewitson, C. y Taylor, J.A. 1995. Mar. Geol., 123, 125-142.
- Ingle, J.C., Jr. 1966. *The movement of beach sand*. Developments in Sedimentology, 5. Elsevier Publ. Co., New York, 221 pp.
- Kamphuis, J.W., 1991. Alongshore sediment transport rate. J. Waterw., P., C., and O. Eng., 117(6), 624-641.
- King, C.A.M. 1951. Depth of disturbance of sand on sea beaches by waves. J. Sed. Petrol. 21, 131-140.
- Komar, P.D. e Inman, D.L. 1970. Longshore sand transport on beaches. J. Geophys Res., 75(30), 5514-5527.
- Teleki, P.G. 1963a. Scanning fluorescent tracer sand. *Florida Univ. Coastal Eng. Lab.* Mimeograph.

٩.

- Teleki, P.G. 1963b. A summary of the production and sacanning of fluorescent tracers. *Florida Univ. Coastal Eng. Lab.* Mimeograph.
- Wang, P.; Kraus, N.C. y Davis, R.A. 1998. Total longshore sediment transport rate in the surf zone: field measurements and empirical predictions. J. Coastal Res., 14(1), 269-282.

Nivmar: Un Sistema de Previsión del Nivel del Mar para las Costas Españolas

E. Alvarez Fanjul, B. Pérez Gómez e I.R. Sánchez Arévalo.

Clima Marítimo. Puertos del Estado. Antonio López 81 28026 Madrid

Se presenta un sistema (denominado NIVMAR) para la previsión a corto plazo del nivel del mar en las aguas españolas así como los resultados obtenidos durante el proceso de validación. NIVMAR, que es puesto en marcha dos veces al día, se basa en el empleo de una versión barotrópica y bidimensional del modelo de circulación oceánica HAMSOM. El código hidrodinámico es alimentado con datos de presión atmosférica y vientos en superficie suministrados por el INM (Instituto Nacional de Meteorología) y procedentes del modelo de área limitada HIRLAM. La resolución del modelo de océano es de 10° en latitud y 15° en longitud. El horizonte de predicción es de 48 horas.

El empleo de las medidas de la REDMAR (RED de MAReógrafos de Puertos del Estado) es una parte fundamental del sistema de previsión. Los resultados del análisis armónico se emplean para proporcionar una previsión que incluya todas las constituyentes de marea. Además, con objeto de mejorar los residuos meteorológicos calculados por el modelo, las medidas de los mareógrafos son utilizadas a través de un sencillo esquema de asimilación.

Se ha empleado un periodo de 5 meses particularmente tormentoso (de Noviembre de 1995 a Marzo de 1996) para evaluar el comportamiento de Nivmar. Los resultados de la prueba, que fue realizada con vientos analizados con objeto de reducir al máximo los posibles errores del modelo meteorológico, son altamente satisfactorios.

Se puede encontrar información adicional sobre NIVMAR en la página de Clima Marítimo: (http://www.puertos.es).

El Impacto del Movimiento Mareal sobre la Circulación Residual y la Mezcla en el Estuario del Lago Maracaibo

Ana Antoranz y José Luis Pelegrí

Departamento de Física, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de G.C.

El Sistema del Lago Maracaibo está constituido por el golfo de Venezuela, que es un cuerpo de agua oceánica, y el estuario parcialmente mezclado del lago de Maracaibo, formado por una bahía, un estrecho y el lago, que se encuentra salinizado y estratificado. La principal actividad económica de Venezuela es la extracción de petróleo, y en su mayor parte se desarrolla en el lago. El dragado de un canal de navegación, la industria asociada con la extracción y transporte de petróleo, y las concentraciones urbanas, han supuesto un impacto sobre el Sistema. Los aspectos ambientales que más preocupan actualmente, después de más de 40 años de estudios, son la salinización del lago y su contaminación.

En este trabajo se hacen algunas consideraciones sobre la dependencia que tienen muchos procesos biológicos, químicos y sedimentológicos de los movimientos mareales. Para ello, se estudia la influencia de la marea a lo largo del estuario, observándose como domina en muchas estaciones, se encuentra superimpuesta sobre la dinámica a gran escala del Lago o genera efectos no lineales de importancia.

La circulación en el estuario del lago Maracaibo está condicionada por forzamientos externos, fundamentalmente debidos a las mareas, descarga de agua desde el lago y viento. El forzamiento mareal es de gran importancia, debido a que es un factor determinante en la deposición de sedimentos marinos, en el control de contenido de sal que tiene el lago y en el transporte y mezcla de contaminantes. La marea generada en el mar Caribe penetra en el Sistema y se propaga a través de la bahía y el estrecho como una perturbación, dando lugar a una marea cooscilante; en su propagación crea inversiones en las corrientes, intrusiones de agua salada y perturba la salida de agua dulce. La acción mareal introduce agua salada en la bahía El Tablazo, donde se mezcla con el agua que descarga el lago de Maracaibo. El agua mezclada circula a través del estrecho y entra en el lago, por el fondo en su extremo norte, para formar el hipolimnio salino. La circulación en el lago es antihoraria e inducida principalmente por el viento. Las oscilaciones en el nivel del agua inducidas por las mareas en el estuario, son distorsionadas a medida que viajan corriente arriba. La interacción friccional entre la marea que entra, el flujo de descarga de agua dulce en el estuario, y un rápido cambio en el ancho y profundidad del canal, se combinan para producir componentes no lineales. En el Lago la señal mareal está muy amortiguada, pero incrementa considerablemente el rango del nivel de las modulaciones semimensuales y mensuales, como pone de manifiesto este estudio.

La caracterización de la estratificación y la validación de modelos requiere del análisis de la estructura horizontal y vertical de las corrientes, para determinar los procesos físicos que las condicionan y el impacto de los movimientos mareales sobre la circulación residual y la mezcla en el Estuario. Por ello, se ha realizado un estudio de las corrientes en estaciones ubicadas en la bahía, estrecho y lago. La representación armónica de las corrientes nos ha permitido estudiar la parte mareal de los registros, a partir de la variabilidad espacial de las elipses de marea de las componentes principales, semidiurnas y diurnas, así como de componentes de mayor orden correspondientes a efectos no lineales. Se hacen algunas observaciones sobre la forma del flujo mareal y la configuración de las elipses de marea, y su variación de elipticidad en la columna de agua, que es fundamental para comprender las variaciones a corto plazo de la estratificación. Adicionalmente, se ha realizado un análisis espectral vectorial por componentes rotatorias, que nos ha proporcionado la distribución de energía en todas las frecuencias, incluidas las frecuencias mareales.

S.

٩.

Primary Production and Respiration Balance in the Upwelling-Canary CTZ Region

Javier Arístegui Ruiz

Departamento de Biología Universidad deLas Palmas de Gran Canaria

The region of the Canary Islands intersects the boundary between eutrophic African upwelling waters and oligotrophic oceanic waters. This transition zone constitutes an area of high spatial and temporal variability. Together with the seasonal fluctuations of the coastal upwelling and the variability of the open ocean processes, the islands introduce large spatial variability in the region by disrupting the flow of the Canary Current.

Average primary production values measured in the region range from >2 gC m⁻² day⁻¹ in the coastal upwelling to 0.05-0.3 gC m⁻² day⁻¹ in open ocean waters (although values up to 1 gC m⁻² day⁻¹ are observed associated with mesoscale features, like eddies or fronts). Primary production computed from the monthly mean near-surface chlorophyll fields otained by the CZCS radiometer and from constant photosynthetic parameters from PI curves yield similar results.

Seasonal mean values of community respiration integrated in the upper 150 m of the Canary region range from 0.6 to 3 gC m⁻² day⁻¹. Although the balance between primary production and respiration varies in relation to different factors like seasonality and distance to the coastal upwelling, in general, integrated respiration is several times higher than the integrated primary production. The excess of respiration over production found in the Canary region during the year is in all cases higher than the unbalance found in the Central North Atlantic during early autumn.

Two main mechanisms are proposed to explain the high respiration in this region. First, filaments of cold, chlorophyll-rich water extend several hundreds of kms from the upwelling into the Canary archipelago, transporting particulate and dissolved organic matter, which is respired by the heterotrophic microbial community. Second, recurrent cyclonic eddies formed downstream the archipelago, and with lifespans of several months, represent regions of strong vertical nutrient flux and enhanced primary production. Estimations of vertical velocities in the eddy centers indicate that cyclonic eddies may be responsible of a major component of the nutrient flux in the region, as important potentially as the coastal upwelling. Their vertical flux is estimated at 29 mol N m⁻² yr⁻¹, a hundred times the oceanic mean. New organic matter produced in eddies would be spread into surrounding, more oligotrophic, waters supporting additional microbial respiration. The latter hypothesis is supported by the observation of respiration rates 1.5 times higher south than north of the archipelago. A third mechanism which may be responsible of a high loading of organic carbon on surface waters during some periods is aeolian transport from the vecine African continent, although its influence on primary production and respiration has not been quantified yet.

Overall, the Canary region seems to represent a heterotrophic system (allocthonous input of organic matter > autocthonous production), strongly afected by the lateral input

of organic matter from the African coastal upwelling and, presumably, aeolian dust. Nevertheless, the integrated primary production might be spatially and temporally underestimated, leading to an unreal plankton metabolic balance.

\$

с,

٩.

.

The Lee of Gran Canaria

E.D.Barton

School of Ocean Sciences University of Wales, Bangor UK

The mountainous Canary Islands present obstacles to the Trade winds and the Canary Current flowing equatorward past them. In situ observations of hydrographic properties and surface winds downwind of Gran Canaria, together with AVHRR imagery and SAR frames during two weeks in summer 1995 are analysed. A cyclonic eddy shed from the west of the island drifted southwestward at 5 cm s-1, while the southeast coast was approached by an upwelling filament originating off NW Africa. A wind lee region bounded by intense horizontal shears had a weak return flow in its centre. The lee formed a triangular, diurnally varying, warm patch, at times with two temperature maxima separated by the return flow. Shallow temperature stratification occurred behind the island in contrast with the uniform surface mixed layer in exposed regions.

Upwelling and downwelling of the pycnocline were evident on the cyclonic and anticyclonic sides of the lee region. In the SAR images, lines of strong current shear in a temperature front between the cyclonic eddy and the upwelling filament were identifiable. However, the images were dominated by atmospheric phenomena, including mountain wave packets, windrows and the wind shear zones. Wave like structures seen on the anticyclonic shear zone represent an atmospheric wake. CMOD4 estimation of the wind field revealed complex structure and intensification of wind strength on the edges of the warm lee, similar to that observed in a composite of ship board winds.

17

Análisis de la Respuesta como Barómetro Invertido del Nivel Medio del Mar en la Costa Occidental de la Península Ibérica a partir de Datos Altimétricos

M. Bruno, M. Salvador y R. Mañanes

Universidad de Cádiz

En este trabajo se presenta una aplicación de los registros de nivel del mar proporcionados por el satélite altimétrico TOPEX-POSEIDON en el análisis de la conocida respuesta a modo de barómetro invertido del nivel del mar a las variaciones de presión atmósferica en la costa occidental de la Península Ibérica. El objetivo de este análisis es doble: (1) mostrar la utilidad de las funciones empíricas ortogonales en la separación e identificación de esta respuesta en las series de niveles del mar muestreadas por el altímetro (2) Usar los resultados del análisis previo en la mejora de las correcciones por barómetro invertido corrientemente aplicadas rutinariamente en el proceso de los datos altimétricos.

El satélite altimétrico TOPEX.POSEIDON dotado con sensores como el altímetro y receptor GPS permite la medida de la altura instantánea de la superficie del mar. Sin embargo, este valor es obtenido tras la aplicación de múltiples correcciones por lo que la calidad final del dato dependerá de la exactitud de tales correcciones. La validación de estas correcciones debe ser, siempre que sea posible, un ejercicio obligatorio, si se pretende obtener una adecuada identificación e interpretación de los fenómenos físicos contenidos en los datos registrados.

Una de las correcciones que son aplicadas con más aceptación es la asociada a la respuesta como barómetro invertido de la superficie oceánica a las variaciones de presión atmosférica. Autores como Kantha (1994) advierten que muchas veces el admitir tal corrección como válida puede conducir a interpretaciones erróneas como la identificación de falsas estructuras tipo remolino en la superficie del mar.

De esta forma, en vez de aplicar tal corrección sería más aconsejable la realización de algún tipo de análisis experimental que permitiese determinar de una forma más aproximada la respuesta de la superficie del mar a la variación de presión atmosférica y utilizar posteriormente estos resultados para una corrección más adecuada de esta respuesta. Sin embargo, el dato de altura de la superficie del mar proporcionado por el altímetro esta afectado por una cantidad considerable de ruido lo cual hace muy difícil la obtención de estimaciones del factor barométrico usando técnicas convencionalmente utilizadas para este fin como el análisis espectral cruzado entre series de presión atmosférica y alturas de la superficie del mar, la cual es extensivamente utilizada en el análisis de la respuesta como barómetro invertido presente en series de alturas del nivel del mar registradas por mareógrafos (Bruno *et al.*, 1996).

En el presente trabajo, se analiza el comportamiento como barómetro invertido presentado por series de altura de la superficie del mar proporcionadas por el satelite TOPEX-POSEIDON en la costa occidental de la Peninsula Ibérica (ver figura 1). El procedimiento de análisis se basa en la descomposición en funciones empíricas ortogonales (DFEO) la cual es aplicada de una forma poco habitual (Bruno *et al.*, 1996)

incluyendo conjuntamente en el análisis series de presión atmosférica y alturas de la superficie del mar.



FIGURA 1

A partir de la aplicación de esta DFEO la manifestación de un determinado modo común a las series de nivel y presión atmósférica puede expresarse respectivamente como

donde el subíndice i indica la localización de las series y j indica un modo de oscilación dado. A_{ij} es el coeficiente espacial para ese modo y el superíndice indica la variable a la que se asocia. Las ecuaciones (1) y (2) verifican

$$\left(\zeta\right)_{ij} = \frac{A_{ij}^{\varsigma}}{A_{ij}^{P_a}} \left(P_a\right)_{ij} \tag{3}$$

donde

$$\alpha_{ij} = \frac{A_{ij}^{\zeta}}{A_{ij}^{P_a}} \tag{4}$$

es una constante que si cumple las condiciones de ser negativa y cercana a la unidad puede identificar al modo j con la respuesta estática a modo de barómetro invertido de la superficie del mar. En este caso, las constantes α_{ij} pueden entenderse como estimas de del factor barométrico medio que caracteriza a esta respuesta en cada una de las localizaciones estudiadas.

En la figura 2 se presenta la distribución espacial de los de los valores absolutos de los factores α_{ij} calculados a partir de la DFEO. Comparando esta figura con la figura 3 donde

se presenta la batimetría de la región estudiada, se puede adivinar cierta similitud entre ambas distribuciones. Esta similitud podría estar relacionada con un movimiento de las masas de agua en respuesta a las variaciones del campo de presión atmosférica a lo largo de las isóbatas. En esta situación, bajo la suposición de movimiento geostrófico, se demandaría un gradiente de presión interna transversal a las isóbatas que sería establecido en todo momento gracias a un correspondiente gradiente transversal a las isóbatas del los factores barométricos α_{ij} .



Finalmente a partir de los factores barométricos calculados se puede inferir el orden de magnitud del error que puede cometerse al admitir un factor barométrico igual a la unidad (AVISO, 1996). Si el factor barométrico real en alguna localización es α_{ij} =1.22, por cada 10 mb de variación sobre la presión atmosférica media (corrientemente 1013 mb) la diferencia entre ambas correcciones alcanzaría los 2.2 cm. Desde luego, estas desviaciones son suficientemente significativas como para recomendar la determinación de correcciones más adecuadas particularizadas a la región oceánica de interés a partir del desarrollo y uso de metodologías experimentales tales como la presentada aquí.

Referencias

- Archiving, Validation and Interpretation of Satellite data in Oceanography, AVISO user Handbook for Merged TOPEX/POSEIDON Products. 1996. AVI-NT-02-101. Edition 3.0 Cent. Natl. D'Etudes Spatiales. Toulousse, France.
- Bruno M., Fraguela B., Ruíz A., Rico J. 1996. The use of EOF in the analysis of mean sea level. An application to Cádiz. Int. Hydrogr. Rev. 73, 99-107.
- Kantha L., Whitmer K., and Born G.1994. The inverted Barometer Effect in Altimetry: A study in the North Pacific.

\$

3

Geología Marina: Una Visión Ecléctica

Miguel Canals

GRC Geociències Marines Universitat de Barcelona

Una doble filiación

La Geología Marina cubre un amplio espectro de especialidades, tantas como la Geología en sentido amplio, e incluso más si consideramos su frecuente asociación con la Geofísica Marina, la Biogeoquímica y la Paleoclimatología, entre otras. En Geología Marina hallan, por tanto, ubicación petrológos, geomorfólogos, paleontológos y prácticamente cualquier otra especialidad dentro de las Ciencias de la Tierra.

A ello se debe que los objetivos científicos de la Geología Marina estén, a menudo, incluídos en objetivos más amplios dentro de las Ciencias de La Tierra, existiendo, no obstante, abundantes objetivos específicos de la propia Geología Marina como, por ejemplo, el conocimiento de los procesos sedimentarios en los grandes fondos.

En el océano, numerosas disciplinas devienen "territorios de frontera", tanto porque son varios los colectivos que los sienten como suyos e intentan apropiárselos, como porque los límites entre disciplinas son frecuentemente difusos. No en vano alguien definió la Oceanografía como "un lugar de encuentro de múltiples disciplinas científicas". La relativamente moderna marea de proyectos multidisciplinarios, tanto a nivel nacional como transnacional, no ha hecho sino acentuar esta singularidad. Parecido efecto tienen las condiciones en que se obtienen datos y muestras, a bordo de buques oceanográficos en los que trabajan simultáneamente decenas de científicos de disciplinas que se complementan entre sí. En este campo han tenido un importante peso, en los últimos años, en Europa, los proyectos de los sucesivos programas MAST, financiados por la UE, con co-financiaciones nacionales de importancia variable.

Un hecho que, ante proyectos concretos, plantea a veces dudas razonables es si esta multidisciplinariedad es real o simplemente encubre planteamientos de pura estrategia de supervivencia para los grupos científicos, necesitados de financiación, sin que en realidad haya mútua fertilización entre disciplinas. En este empeño multidisciplinario se están inviertiendo, como se ha indicado, muchos esfuerzos y recursos en Europa, sobre todo por parte de la UE. Un ejemplo de los resultados que puede aportar esta aproximación multidisciplinar es presentado brevemente en el tercer apartado de este resumen.

Lo anterior no significa que no persistan **proyectos de Geología (y Geofísica) Marina estrictamente**, tanto en aguas europeas como en otras aguas. Sigue habiendo un buen número de ellos, a veces conectados con la prestación de servicios a diversos sectores industriales y de la administración, entre los que tienen especial incidencia las comunicaciones submarinas, la industria petrolera y los estudios de impacto ambiental. En este campo, el advenimiento de nuevas tecnologías de batimetría, sísmica de reflexión, procesado de datos y perforación ha supuesto una auténtica revolución, hasta el punto que la Geología Marina moderna ya no es concebible sin los sistemas de batimetría de multihaz, de sísmica 3-D, los nuevos y potentes "softwares", o el programa internacional de perforaciones oceánicas, ODP. Información actualizada y presentada de forma amena acerca de estos aspectos puede encontrarse en Summerhayes y Thorpe (1996). Un ejemplo de los resultados que puede aportar este tipo de proyectos altamente tecnificados y centrados en aspectos estrictamente geológicos, se presenta también de forma breve en el cuarto apartado de este resumen.

La componente tecnológica antecitada, así como las estrategias de trabajo y los costes que lleva asociada, diferencian claramente la Geología Marina de la Geología clásica en tierra, hecho que ha sido puesto explícitamente de manifiesto en algún estudio puntual (Serrat y Reguant, 1997). Esta circunstancia favorece tanto una elevada "reactividad" entre los grupos científicos (alianzas de mútuo interés para afrontar los retos planteados), como una dependencia de los "pequeños" en relación con los detentadores de los grandes instrumentos, incluídos los buques. Esta consideración pueden hacerse, sin duda, extensiva a otras disciplinas que confluyen en la Oceanografía.

La fuerza de trabajo: David entre Goliats

Otro aspecto a tener en consideración es el tamaño de la comunidad investigadora. En este sentido, tanto en Europa como en España, la Geología Marina es "el hermano pequeño", el grupo menos numeroso, dentro de las distintas ramas de la Oceanografía. Para España, véase el "Catálogo de Investigadores Españoles" en Ciencia y Tecnología Marinas (Corral, 1994). De un total de 591 investigadores censados, sólo 38 pertenecen al ámbito de la Geología Marina, es decir, poco más del 6% del total, y no todos ellos ocupan puestos de trabajo estables. Aún admitiendo un margen de error en estas cifras, y admitiendo también que en los últimos 4 a 5 años éstas pueden haber variado algo, la dimensión de la comunidad en Geología Marina sigue siendo significativamente pequeña en 1998. Aunque no disponemos de cifras concretas sobre ello, es también evidente que dentro del colectivo geológico, la Geología Marina es, de nuevo, "el hermano pequeño" en cuanto a fuerza de trabajo. No obstante, en las conclusiones del IV Congreso Nacional de Geología, celebrado en Alcalá de Henares en Julio de 1996, el Comité Organizador señaló en sus conclusiones finales que la Geología Marina era claramente una de las ramas más dinámicas y que mayores progresos ha efectuado en los últimos años en el ámbito de la Geología.

Un estudio fronterizo

En este primer ejemplo, se presentarán brevemente a los asistentes los resultados de un estudio de producción de carbonato por comunidades fitobentónicas en la plataforma de las Islas Baleares, efectuado desde una perspectiva sedimentológica (Canals y Ballesteros, 1996). Es un buen ejemplo de interacción pluridisciplinaria entre la biología bentónica y la sedimentología.

Una pincelada en torno a Canarias

En este segundo ejemplo, se presentarán mapas e imágenes acústicas obtenidas recientemente en los fondos marinos canarios mediante modernas técnicas de estudio del lecho marino, en un marco de cooperación transnacional. Se incidirá especialmente en los grandes deslizamientos puestos de manifiesto en los flancos de diversas islas

(Urgelés et al., 1996 y 1998; Masson et al., 1998). Estos deslizamientos son, junto con los procesos volcánicos, el principal factor determinante del relieve general de las islas. Este ejemplo ilustra el tipo de resultados que pueden proporcionar proyectos de Geología Marina en sentido estricto.

Bibliografía

- Corral, J. (1994).- Ciencias y Tecnologías Marinas. Catálogo de Investigadores Españoles; MAPA, Secr. Gral. Pesca Marítima, Secr, Gral. Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid; 417 p.
- Masson, D.G., Canals, M., Alonso, B., Urgeles, R. and Huhnerbach, V. (1998).- The Canary Debris Flow: source area, morphology and failure mechanisms; Sedimentology, 45: 1-22.
- Serrat, D. i Reguant, S. (1997).- Reports de la Recerca a Catalunya: Geologia; Inst. Est. Catalans, Barcelona; 19 p.
- Summerhayes, C.P. y Thorpe, S.A. (1996).- Oceanography. An Illustrated Guide; Manson Publ., Londres; 352 p.
- Urgeles, R., Canals, M., Baraza, J., Alonso, B., Masson, D. (1996).- The most recent megaslides on the Canary islands: The El Golfo debris avalanche and the Canary debris flow, West Hierro Island. J. Geoph. Res., 102: 20305-20323.
- Urgeles, R., Masson, D.G., Canals, M., Watts, T. And Le Bas, T. (1998).- Recurrent giant landslides on the west flank of La Palma, Canary Islands (in prep.).

El presente resumen es una contribución del proyecto MAR98-0347

Laboratory Simulation of Mixing by Friction between Layers of Different Density

Jesús Cisneros

Physics Department Universdad de Las Palmas de Gran Canaria, Spain

We have deployed the instrumentation and the tube in order to test one numerical model, which predicts the effects of shear in the interface of two geophysical fluids. Pelegr=ED and Sangr=E1 (1996) have proposed the numerical model. This model predicts the cinematic response of two layers with a shear stress, as well as the initial and final profiles.

The mechanism they proposed consist on localised intense mixing in highly stratified regions following frontogenesis, its main assumption is that the vertical density flux increases monotonically with decreasing gradient Richardson numbers, which corresponds to enhanced stratification and/or diapycnal shear. This differs from Phillips=B4 (1972) mechanism, which Pelegr=ED, and Sangr=E1 argue should not apply to vertically stratified shear flow. An essential condition for the formation of shear induced constant density steps is the incorporation of a Langevin type equation which takes into account that turbulence must last for some finite characteristic time. For this purpose we need stratification and the production of instability produced only by shear stress, and measurements of the interface before and after the instability occurs. Shear stress produced the Kelvin-Helmholtz instability and controlled by the Richardson number, this instability has been well studied by Thorpe, Turner and others in several papers.

They have suggested this kind of work with the density profiles before and after the Kelvin-Helmholtz instability has been occurs, but they did not continue the work. Basically we have designed the Thorpe=B4s tube whit some modifications to avoid some wall influence in the interface process when the instability is been produced, and allow making the profiles before and after the instability.

One problem was that after the instability one wave produced for reflection in the lower end of the tube modified completely the interface. Other difficulty is that the flux is laminar and you can not make any disturb, then it is not possible introduce any sensor, while the process is running.

Adquisición y Procesado Automático de las Imágenes NOAA Y SeaWIFS

F. Eugenio González¹, F.J. Marcello Ruiz¹, A. Hernández Guerra²

¹Departamento de Señales y Comunicaciones ²Departamento de Física Universidad de las Palmas de Gran Canaria

Abstract

La recepción y el procesado automático de las imágenes procedentes de diferentes sensores para la obtención de productos de alto nivel, como son, la temperatura superficial del mar y el color del océano, constituyen tareas de cierta complejidad que requieren la utilización de numerosos sistemas y recursos y el desarrollo de software específico para cada aplicación.

Las imágenes procedentes del satélite NOAA (Sensor AVHRR) y del satélite SEASTAR (Sensor SeaWIFS), son adquiridas diariamente y en tiempo real por la estación de recepción ubicada en el Edificio de Telecomunicaciones. Una vez recibidas se preprocesan, automáticamente, convirtiendo las primeras a formato L-1B NOAA y las segundas a formato L0-NASA. Estas imágenes son enviadas, a través de FTP, al edificio de Ciencias del Mar. Las imágenes son almacenadas y procesadas a medida según el sensor de procedencia.

Actividades por cada pase del satélite NOAA (sensor AVHRR)



Las imágenes NOAA son corregidas radiométricamente, obteniendo la temperatura de brillo de los diferentes canales, para posteriormente modelarlas atmosféricamente, mediante el modelo desarrollado por Castagné et al, obteniendo imágenes de Temperatura Superficial del Mar (SST). Las imágenes adquiridas presentan diferentes distorsiones debido a la curvatura y rotación de la tierra, la velocidad y movimientos del satélite y a la proyección de una superficie esférica sobre una imagen plana. Se precisa una localización geográfica exacta de cualquier pixel con objeto de realizar una comparación entre imágenes, estudios secuenciales, estudios multisensoriales, en esto consiste la corrección geométrica.

Metodología empleada en la corrección geométrica

El procedimiento utilizado para la restauración geométrica de las imágenes, sin la utilización de puntos de control, presenta tres partes bien diferenciadas como se muestra en la figura 1.



Fig.1.- Esquema del procedimiento para georeferenciar imágenes de satélites.

1.- En primer lugar se extraen las efemérides del satélite y se introducen los parámetros nodales proporcionadas por el TBUS.

2.- Se realiza un procedimiento de reconstrucción de la imagen, basándonos en el modelo orbital. Considerando el efecto de la precesión, determinamos la fila y columna en la imagen no corregida a partir de la localización geográfica.

3.- Una vez reconstruida toda la imagen o el área de interés, se ajusta la deriva del reloj del satélite para corregir el desplazamiento lineal y no lineal de los pixeles mediante un algoritmo de detección de similaridad.

Un conjunto de diferentes imágenes NOAA-AVHRR tanto para pases ascendentes como descendentes fueron analizadas y corregidas.

			Error cuadrático medio	
Fecha (órbita)	GCPs		filas	Columnas
21 Marzo 1997 (11452-Desc.)	5		1.173	1.095
29 Enero 1998 (15882- Desc.)	4		1.154	. 1.183
8 Marzo 1997 (11275-Asc.)	5		2.144	2.280
18 Enero 1998	3		1.483	2.645
(15734-Asc.)		Valor medio	1.488	1.800

Tabla 1.- Resultados de la corrección para 4 imágenes de test.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos aplicando el procedimiento de restauración geométrica propuesto, sobre el archipiélago canario.



Fig.2.- Imagen donde se muestran los resultados de la restauración geométrica correspondiente a un canal de infrarrojo del sensor AVHRR.

Todos los procesamientos anteriormente reseñados se realizan automáticamente mediante procedimientos desarrollados de forma específica según la corrección a realizar.

En cuánto a las imágenes SeaWIFS se les somete a una conversión de formato L0-NASA a L1- NASA, para enviar, automáticamente, al servidor de la NASA y para someterlas a los procedimientos de corrección adecuados, mediante el SeaDas, para obtener imágenes del color del océano.

Todos los procedimientos y soportes hardware han sido integrados y/o desarrollados mediante la colaboración multidisciplinar de investigadores de Telecomunicaciones y Ciencias de Mar, lo que nos ha permitido obtener resultados que no solo son utilizados por grupos de investigación nacionales sino que actualmente, nuestras imágenes procesadas, son utilizadas por grupos de investigación internacionales interesados en el estudio de las aguas circundantes a las Islas Canarias y Noroeste Africano.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado y financiado con cargo a la acción especial concedida por CITMAR ref.:MAR97-2048-E y al proyecto de investigación concedido por el Gobierno Autónomo de Canarias PI 1998/066.

2

35

٩.

Patrones de Corta Escala en la Hidrodinámica y Circulación Biogeoquímica de un Estuario Afectado por Afloramiento

Fiz Fernández Pérez

Instituto Investigaciones Mariñas (CSIC) Eduardo Cabello 6 36206 VIGO

Resumen

Desde Mayo a Octubre de 1989 se ha realizado un intensivo muestreo en la Ría de Arousa con objeto de observar los patrones de variabilidad de la propiedades físicas, químicas y biológicas de la masas de agua que circulan en la misma en función de los factores externos. Las Rías bajas gallegas como ecosistemas semicerrados se prestan bien para valorar los factores físicos que controlan su dinámica. De los factores ambientales conocidos, aportes de aguas continentales, interacción con la atmósfera, mareas y acoplamiento con la plataforma, se ha observado, que este ultimo controla el mayor porcentaje de variabilidad en el intercambio de agua de mar y nutrientes, determinando en última instancia la producción de estos ecosistemas.

En base a la intensidad del muestreo, dos veces por semana, se ha construido una series de archivos de visualizado que permite seguir las distintas variables medidas en paralelo con el índice de afloramiento (transporte de Ekman) existente sobre la plataforma.

La variabilidad de corta escala observada se resume en cuatro situaciones dinámicas típicas en función de la intensidad del afloramiento y la estabilidad de la capa de agua, para mostrar el comportamiento biogeoquímico de la ría y poder valorar la importancia de los distintos procesos que en ella ocurre.

Ventilación Oceánica Profunda por Flujos de Aguas Antárticas Intermedias: Una Contribución Española al Proyecto Internacional DOVETAIL

Marc A. García e Ileana Blad

Laboratori d'Enginyeria Marítima E.T.S. Enginyers de Camins, Canals i Ports Universitat Politécnica de Catalunya c/Jordi Girona 1-3, módul D1. 08034 Barcelona e-mail: GARCIAL@ETSECCPB.UPC.ES

Resumen

La campaña oceanográfica E-DOVETAIL realizada por el BIO Hespérides en enerofebrero de 1998 es una contribución española al proyecto internacional "Deep Ocean Ventilation Though Antarctic Intermediate Layers", auspiciado por el programa International Antarctic Zone del Scientific Committe on Oceanic Research (SCOR). El objetivo general del proyecto es caracterizar la exportación de aguas intermedias del Mar de Weddell a través de la Confluencia Weddell-Scotia y determinar la contribución de dichos flujos de agua a la ventilación de los grandes fondos abisales del planeta. De manera más específica, los objetivos concretos trazados por DOVETAIL en el ámbito de la oceanografía física son los siguientes:

-Determinar la cantidad y las características físicas de las aguas del Mar de Weddell que actúan como "fuente" para la Confluencia Weddell-Scotia.

-Observar y describir los procesos físicos dominantes asociados al hundimiento y esparcimiento de aguas densas de origen antártico en la Confluencia Weddell-Scotia.

-Estimar la tasa de ventilación del océano global a través de la Confluencia Weddell-Scotia.

-Estimar la variabilidad del transporte hidráulico y la estructura hidrográfica en el ámbito de estudio, y establecer su posible influencia sobre las tasas de ventilación oceánica.

Entre los días 14 de enero y 18 de febrero de 1998, el Hespérides realizó muestreos en 80 estaciones hidrográficas del área de estudio del proyecto, practicándose un total de 153 perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y transmisión de la luz con CTD General Oceanics MkIIIC WOCE ó MkV, y un número análogo de tomas de muestras de agua a 24 profundidades para la determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos con Rosette GO de 24 posiciones y botellas Niskin de 12 litros. Tres de las botellas Niskin portaban termómetros reversibles de mercurio. La determinación de salinidades en muestras de agua se efectuó a bordo con un Autosal Guildline 8600 B con arreglo a los protocolos WOCE. Los transectos previstos en el plan de campaña inicial debieron ser modificados a causa de las adversas condiciones de hielo marino. En la redefinición de la secuencia de estaciones hidrográficas se tomó en consideración los planes de las otras dos campañas del proyecto, la US-DOVETAIL
(R/V Nathaniel B. Palmer, agosto 1997) y la D-DOVETAIL (FS Polarstern, abril-mayo 1998), procurándose la complementariedad con los muestreos del Palmer y del Polarstern.

En la campaña E-DOVETAIL, el espaciamiento característico entre estaciones hidrográficas adyacentes fue del orden de 12 millas náuticas en los transectos de la zona de las Orcadas del Sur y de unas 20 millas en el transecto Isla Elephant - Burdwood Bank. En las estaciones "físicas" de la campaña se realizó un único perfil de CTD hasta el fondo, mientras que en las estaciones "biológicas" se practicó además un segundo perfil hasta una profundidad somera -típicamente de 200 m- al objeto de obtener mayores volúmenes de agua para muestras biológicas. En tres estaciones nictimerales se realizaron muestreos periódicos de variables hidrográficas en régimen de "yoyo", con cadencias y profundidades máximas de perfil impuestas por los ciclos de pesca y de incubaciones in situ.

Por otra parte, durante la campaña se obtuvo registros en continuo de temperatura, salinidad y fluorescencia en superficie mediante un termosalinógrafo SBE 21 y un fluorímetro Turner. Además, se registraron perfiles de velocidad de la corriente en las estaciones y durante la navegación con un ADCP RDI NarrowBand de 150kHz. Durante el último transecto de la campaña (Isla Elephant - Burdwood Bank), la adquisición de datos ADCP se efectuó con posicionámiento GPS diferencial apoyado en las estaciones Skyfix de Malvinas y Buenos Aires.

En la presentación se discutirán las distribuciones verticales de temperatura potencial, salinidad, densidad potencial y velocidad geostrófica correspondientes los cuatro transectos muestreados durante la campaña que poseen un extremo sobre la plataforma continental de las Orcadas del Sur y que tienen un mayor interés desde el punto de vista de los objetivos del proyecto DOVETAIL. Los transectos HI y GF son secciones meridionales a través de la Corriente Antártica Circumpolar (ACC) en las que se distinguen masas de agua y frentes hidrográficos característicos de esta región. De los cuatro frentes de la ACC descritos en la bibliografía, se atravesaron dos durante la campaña del Hespérides: el denominado Frente Sur de la ACC, cuyo núcleo se considera que se halla donde la isoterma de 1.8 °C intersecta el nivel de 500 dbar, y el Límite de Aguas Continentales, también denominado Frente de Scotia, cuya latitud se asume que es la del punto en el que la isoterma de 0°C intersecta el nivel de 300 dbar. Las distribuciones de densidad potencial y velocidad geostrófica revelan la existencia de jets baroclínicos relativamente intensos asociados a las estructuras frontales citadas. La existencia de "discontinuidades" en las distribuciones verticales de temperatura de los transectos HI y GF sugiere la existencia de meandros o remolinos en la zona muestreada de la ACC.

Los transectos JKL y DM son secciones a través de los canales existentes al oeste y al este de la plataforma continental de las Orcadas del Sur por donde puede fluir aguas intermedias originadas en el Mar de Weddell hacia el Mar de Scotia. Groseramente, se pueden clasificar las masas de agua que ocupan dichos transectos en cuatro modalidades: agua de fondo del Mar de Weddell (Weddell Sea Bottom Water, WSBW), con temperaturas potenciales por debajo de -0.7 °C y salinidades por encima de 34.60 psu; agua profunda del Mar de Weddell (Weddell Sea Deep Water, WSDW), de temperatura potencial comprendida entre 0 °C y -0.7 °C y salinidad igual o superior a 34.64 psu; la denominada "agua profunda cálida" (Warm Deep Water, WDW), con temperaturas potenciales por encima de 0°C y salinidades de 34.58 psu o más; y agua superficial del Mar de Weddell (WSW), la cual ocupa el resto del espacio TS. Los resultados de la campaña confirman que se produce una exportación de WDW y WSDW hacia el Mar de Scotia a través del transecto JKL, pero no así a través de la sección DM situada entre Bruce Bank e Isla Laurie al oeste de las Orcadas del Sur. El cálculo de superficies neutras (Jackett y McDougall, 1995) a lo largo de los transectos meridionales de la campaña confirma que los flujos de WDW y WSDW que rebasan la dorsal sur de Scotia pueden alcanzar el fondo marino a latitudes en torno a 58° S o inferiores.

\$

4

Onboard Determination of Heavy Metals Using High Speed Cathodic Stripping Voltammetry – Determination of Al Water Column Profiles in the North Atlantic Ocean

J.J. Hernández-Brito

Chemistry Department, Faculty of Marine Sciences University of Las Palmas de G.C. PO Box 550, Las Palmas de Gran Canaria 35017, Spain Tel: 3428-452920; e-mail: Jhdez@quimica.ulpgc.es

Dissolved aluminium has been measured in several cruises in the North Atlantic Ocean (NAO). Concentrations have been determined on board using high speed cathodic stripping voltammetry. The advantages of the method are discussed. The water column profiles seem to be associated with both physical and biogeochemical processes. Aluminium concentrations at the intermediate and deep NAO waters are closely related to the origin of the water masses and their transit time. The flux of the Mediterranean or Labrador Waters are the best examples showing high and low values, respectively. Aluminium concentrations could also be affected by sediment dissolution in areas of relatively high turbulence. The North Atlantic Deep Water shows high aluminium values in zones influenced by the European platform or coastal waters. The aluminium distributions in surface NAO waters are related with both biogeochemical and physical variables, mainly through, aeolian dust inputs, surface stratification and biological activity.

The results suggest that dissolved aluminium could be a useful tracer of water masses and oceanographic processes in the Atlantic Ocean. Additional characteristics that make aluminium an advantageous tracer are the gradients existing in the area, risk of sample contamination lower than other metals (Pb, Fe or Zn) and the availability of fast procedures for onboard measurement. Presentation shows several aluminium profiles located at the NAO and CEAO. The advantages and disadvantages of using this metal as an oceanographic tracer are discussed.

Variabilidad de la Corriente de Frontera Este

A. Hernández Guerra^{*}, F. López Laatzen⁺, J. Cisneros^{*}, A.W. Ratsimandresy^{*}, A. Antoranz^{*}, P. Sangrá^{*} y J.L. Pelegrí^{*}

* Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

+ Centro Oceanográfico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía, Santa Cruz de Tenerife

Desde hace más de dos años estamos realizando una serie de transectos bimensuales entre las islas más orientales del Archipiélago Canario y la costa Africana para estudiar la variabilidad de la corriente de frontera Este del Giro Subtropical del Atlántico Norte (Figura 1).



Figura 1.Transectos realizados entre las islas de Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y la costa africana.

En estos transectos se han lanzado unos 30 XBTs-T7 en cada salida que nos dan información de la temperatura hasta los 760 m de profundidad, con lo que podremos calcular la corriente geostrófica hasta esta profundidad. Se han instalado, también, 5 anclajes entre Lanzarote y la costa Africana para estudiar esta corriente sin tener en cuenta la aproximación de geostrofía. Dos de estos anclajes son instalados por el Instituto Español de Oceanografía de Tenerife, otros dos por el Institut für Meereskunde de Kiel (Alemania), y el último por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. En Septiembre de 1998, gracias a Instituto Español de Oceanografía, pudimos realizar los transectos entre las islas y la costa Africana con el R/V Thalassa utilizando un CTD MARK-3, con lo que pudimos obtener información de la temperatura y salinidad hasta el fondo.



Figura 2.Isotermas correspondientes al transecto entre Gran Canaria y Fuerteventura.

En la Figura 2 presentamos las isotermas correspondientes al transecto entre Gran Canaria y Lanzarote en la que aunque observamos una variabilidad en la inclinación de las isolíneas, éstas son prácticamente planas a lo largo del año excepto en Noviembre, donde presentan una pendiente positiva, con lo que obtendríamos un flujo hacia el Sur, teniendo en cuenta la aproximación geostrófica.

En la Figura 3 presentamos las isotermas correspondientes al transecto entre Fuerteventura y la costa africana, isotermas similares al transecto entre Lanzarote y las costa africana, transecto que no presentamos aquí. En esta figura podemos observar de nuevo una cierta variabilidad en la inclinación de las isolíneas pero todas ellas presentan pendiente positiva a lo largo del año, excepto en Noviembre, que tienen pendiente de signo contrario. Teniendo en cuenta la aproximación geostrófica, obtendríamos, por tanto, flujo hacia el Sur a lo largo del año, excepto en Noviembre, en el que el flujo estaría dirigido hacia el Polo. Este resultado se confirma al analizar los datos provenientes de los correntímetros instalados entre Lanzarote y la costa africana, que no los presentamos aquí.



Figura 3.Isotermas correspondientes al transecto entre Fuerteventura y la costa Africana.

Agradecimientos

Queremos agradecer sinceramente la colaboración prestada por la Armada Española para la realización de los transectos. También queremos agradecer la ayuda por parte de los alumnos de la Facultad de Ciencias del Mar en el lanzamiento de los XBT. Este estudio se ha podido realizar gracias a los siguientes Proyectos de Investigación: FRENTES (AMB95-0731), Proyecto de Investigación financiado por CYTMAR; CANIGO (MAS3-CT96-0060), financiado por la Unión Europea dentro de su programa MAST; Acción Especial MAR97-2048E, financiado por CYTMAR.

2

5

Santiago Hernández-León

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, 35017 Las Palmas de GC, Canary Islands.

Abstract

Most of the past research on the role of the biological pump in the transport of carbon to the deep sea has emphasized the importance of the gravitational flux. However, little attention has been paid to the effect of diel vertical migrants in the socalled "active flux", the transport of carbon due to organisms which feed in the euphotic zone and migrate to the mesopelagic zone at dawn where they respire, excrete, defecate and die. Recent estimations in the Canary Island waters agree with previous measurements in other oceanic areas, being this flux 25-50% of the particle flux. However, the variability of both passive and active fluxes are rather high. Firstly, relationships between primary production and gravitational flux below the euphotic zone is known to show a significant uncoupling. Secondly, historical data review on zooplankton abundance indicates a high variability with peaks at about 30 days period, coinciding with the lunar phase. Thirdly, diel vertical migration increase the number of predators in shallower waters by about a 70%. During full moon the deep scattering layers (DSL) do not reach the mixing zone because of the relatively high level of illumination (predation avoidance). During that period zooplankton abundance increases as the effect of a lower predatory pressure while during the new moon phase the DSL reach the surface waters and epiplankton abundance considerably decrease. Recent oceanic sediment trap data indicate that flux increases at about 30 days and higher fluxes are observed during the new moon phase, coinciding with the decrease in epiplankton abundance. Thus, the effect of diel vertical migrants promotes not only the variability in their resources and the intensity of the active flux, but also drives the variability in the gravitational flux. This phenomenon is believed to open new research directions in the effect of plankton dynamics and structure on the flux of carbon in the ocean.

39

On the Relation between Decadal Variability of Subtropical Mode Water and the North Atlantic Oscillation

Terrence M. Joyce

WHOI, Mail Stop 21 360 Woods Hole Rd. Woods Hole, MA 02543, USA email: tjoyce@whoi.edu

The Bermuda station "S" time-series has been used to define the variability of Sub Tropical Mode Water (STMW) from 1954-1995. This record, which shows decadal variability at a nominal period of about 12-14 years, has been used as a baseline for seeking correlation with large-scale atmospheric forcing and with decadal north/south excursions of the Gulf Stream position defined by the subsurface temperature at 200m depth. A common time period of 1954-1989 inclusive, defined by the data sources, shows a high degree of correlation among the STMW potential vorticity (PV), Gulf Stream position, large-scale atmospheric forcing (buoyancy flux, SST and sea level pressure). Two pentads with anomalously small and large STMW PV were further studied and composites made to define a revised North Atlantic Oscillation Index associated with the decadal forcing. During years of low PV at Bermuda, the NAO index is low, the Gulf Stream is in a southerly position and the zero wind stress curl latitude is shifted south as are the composite extra-tropical winter storm tracks, in comparison to the period of high PV at Bermuda. Because the NAO, Gulf Stream separation latitude and STMW PV variations are in phase with maximum annuallyaveraged correlation at zero year time lag, we hypothesize that all must be either coupled with one another or with some other phenomenon that determines the covariability. A mechanism is proposed that could link all of the above together. It relies on the fact that during periods of high STMW PV, associated with a northerly Gulf Stream and a high NAO, one finds enhanced production of mode water in the subpolar gyre and Labrador Sea. Export of the enhanced LSW component into the North Atlantic via the Deep Western Boundary Current can influence the separation point of the Gulf Stream in the upper ocean once the signal propagates from the source region to the crossover point with the Gulf Stream. If the SST signal produced by the 100km shift of the Gulf Stream along a substantial (1000 km) length of its path as it leaves the coast can influence the NAO, a negative feedback oscillation may develop with a time scale proportional to the time delay between the change of phase of the air-sea forcing in the Labrador basin and the LSW transient at the crossover point. Both a simple mechanistic model as well as a three layer numerical model are used to examine this feedback, which could produce decadal oscillations given a moderately strong coupling.

Determinación de la Capacidad Complejante de la Materia Orgánica Disuelta en el Medio Marino

L.M. Laglera Baquer, M. González Dávila y M. Santana Casiano

Dpto. de Química, U.L.P.G.C

Los metales traza presentes en el medio marino juegan un doble papel como micronutrientes esenciales y como elementos tóxicos en función de su estructura, concentración y especiación química. En el caso de la especiación resulta fundamental conocerla con detalle ya que marca las interacciones de ese metal en disolución con los organismos presentes en el medio. Se ha establecido que la toxicidad de un metal traza es función de la concentración de su ion metálico disuelto, y que la fracción complejada por la materia orgánica disuelta en muy raras ocasiones es asimilada por el plancton y disminuye de una forma muy importante la toxicidad de los metales nocivos. De ahí la importancia de cuantificar la fracción complejada orgánicamente de los elementos traza.

El método utilizado para determinar la capacidad para complejar un determinado elemento traza por la materia orgánica disuelta en el medio es realizar una valoración del mismo con el metal de estudio. Para ello se necesita una técnica lo suficientemente sensible para determinar durante la valoración alguna de las fracciones en que el metal se encuentra. En este trabajo la seleccionada es la voltametría catódica de adsorción, desarrollada por van den Berg (1984) para el caso del cobre. En ella se equilibra la muestra con un complejante artificial que se añade al medio y cuya afinidad por el metal de estudio es perfectamente conocida. El complejo metal-complejante artificial es estimable por esta técnica analítica, y de ahí se establecen las concentraciones de las diferentes especies del metal para cada adición de la valoración (metal iónico libre, complejado inorgánicamente, complejado orgánicamente y complejado con el complejante artificial añadido).

La relación entre el metal iónico libre y el complejado por los ligandos naturales del medio se encuentra descrita por una ecuación de saturación, la isoterma de Langmuir. Esta ecuación introduce dos parámetros que describen a la materia orgánica disuelta de un medio acuático: la concentración de estos ligandos y su constante de estabilidad en su reacción de complejación con el metal. La estimación de estos dos parámetros es posible mediante la utilización de dos linealizaciones distintas propuestas por van den Berg-Ruzic y por Scatchard.

En medios naturales, y disponiendo como es el caso de una técnica lo suficientemente sensitiva, en estos gráficos se obtiene una línea curva debido a que la materia orgánica disuelta es de naturaleza muy diversa y la afinidad de una moléculas por un metal concreto difiere mucho de la que puedan presentar otras, y el metal que se añade al medio se complejará inicialmente con aquellas de mayor afinidad por él.

Esto se resuelve calculando los parámetros de complejación suponiendo que en el medio existen dos grupos de moléculas disueltas de distinta afinidad por el metal de estudio. El cálculo exige un método iterativo que haga independientes los parámetros de complejación de uno de los tipos de ligandos respecto de los parámetros del otro. Van den Berg propuso un método de este tipo(1984), pero en este trabajo se demuestra que

el distinto peso estadístico que su método otorga a los puntos iniciales de la valoración respecto de los finales introduce un error en el cálculo. A continuación se propone un nuevo método con el uso combinado de las linealizaciones de Scatchard y de van den Berg-Ruzic que minimice el error que se introduce por otorgar diferentes pesos estadísticos a unos puntos respecto de otros por la naturaleza de la especiación del metal durante la valoración.

Este nuevo método iterativo para el cálculo de capacidades complejantes se aplicará en el cálculo de la especiación del cobre en el agua de mar, y en el cálculo de la liberación de exudados susceptibles de complejar al cobre en cultivos de la diatomea *Phaeodactylum tricornutum*.

2

ω,

Modelización del Giro Subtropical del Atlántico Norte con Modificaciones en la Cuenca de Canarias

I. Láiz, P. Sangrà y J.L. Pelegrí

Grupo de Oceanografía Física, Departamento de Física Universidad de Las Palmas de G.C. e-mail: irene.laiz@fisica.ulpgc.es

El modelo clásico de circulación de los giros subtropicales consiste en un sistema de corrientes asimétrico. Por un lado, en su margen occidental muestra una banda estrecha caracterizada por intensas corrientes hacia el norte (Corriente del Golfo y Corriente de Florida), denominada capa límite occidental. Y, por otro, una amplia extensión hacia el este del giro donde tiene lugar la recirculación del flujo hacia el Ecuador a través de corrientes lentas y difusas y que se conoce con el nombre de océano interior o régimen de Sverdrup (ver fig.2). Stramma (1984) estableció para el Atlántico Norte que parte de la recirculación hacia el ecuador del giro subtropical tiene lugar en la Cuenca Canaria, a través de la Corriente de Azores (CA), la Corriente de Canarias (CC) y la Corriente Norecuatorial (CNE), formando un bucle anticiclónico entre los 40°N y los 15°N aproximadamente (ver fig.1). Parece que gran parté de la CC recircula hacia el interior al norte del archipiélago canario o fluye por entre estas islas, pero una fracción significativa se dirige hacia la zona del afloramiento cercano a la costa africana en lo que podríamos llamar el ramal oriental de la CC. Los datos de Stramma (1984) y Stramma y Siedler (1988) sugieren una estructura tipo bucle que presenta una contracción latitudinal durante el verano, mientras que durante el invierno la separación de la CC de la costa se desplaza hacia el sur siguiendo al afloramiento costero.

A pesar de haber avanzado en el conocimiento de la región, todavía no se ha abordado el problema del comportamiento acoplado de la frontera oriental y el afloramiento costero. Nosotros hemos tratado de hacerlo mediante el desarrollo de un modelo barotrópico cuasi-geostrófico. Las ecuaciones se han planteado incluyendo el forzamiento debido al viento (tomando vientos zonales estacionarios), para modelos del tipo de Munk y Stommel que incluyen fricción lateral y con el fondo. En el modelo tradicional del giro subtropical la condición de contorno en la frontera este es de flujo normal a la costa nulo. En este estudio hemos querido simular la recirculación del ramal oriental de la CC, aparentemente vinculado al afloramiento costero, mediante una condición de vorticidad potencial constante y la eliminación de la condición de flujo normal nulo.

Los resultados preliminares muestran claramente la estructura del giro, en el que destaca la intensa corriente de borde occidental. Al modificar las condiciones de contorno en el borde oriental e incluir por tanto la influencia del afloramiento costero, se observa una entrada de flujo en la región costera y una separación de costa frente a Cabo Verde (ver fig.3). Este comportamiento sugiere que el afloramiento puede comprimir el giro hacia el este, presentando corrientes más intensas de lo que indica el modelo clásico de circulación.



Fig.1(a). Volumen de transporte integrado entre 0-200 m. Valores medios anuales (en Stramma & Siedler, 1988).



Fig. 2 Modelo clásico. Líneas de flujo.



Fig.1(b). Transporte estimado para la circulación Superficial del Atlántico Norte (Schmitz & McCartney 1993; en Pedlosky, 1996).



Fig. 3 Modelo modificado. Líneas de flujo.

Se agradece la financiación de los proyectos CANIGO (programa MAST, proyecto MAS3-CT96-0060, de la Unión Europea) y FRENTES (programa CYTMAR, proyecto AMB95-0731, del Gobierno español)

Bibliografía

- Pelegrí, J.L. et al (1997). Heat Gain in the Eastern North Atlantic Subtropical Gyre. The Mathematics of Models for Climatology and Environment. Sringer-Verlag. Berlín. Vol. I 48, pp.419-436.
- Stramma, L. (1984). Geostrophic Transport in the Warm Water Sphere of the Eastern Subtropical North Atlantic. Journal of Marine Research, 42, pp.537-558.
- Stramma, L. & Siedler, G. (1988). Seasonal Changes in the North Atlantic Subtropical Gyre. Journal of Geophysical Research, 93, pp.8111-8118.

Turbulence Plankton and Nutrient Interactions

Cèlia Marrasé and Francesc Peters

Institut de Ciències del Mar (CSIC) Passeig Joan de Borbó, s/n, 08039 Barcelona, Spain

In aquatic systems mechanical energy of waves, currents and tides originates turbulence. The eddy motion derived from these inputs of energy is transferred to ever smaller eddy scales until viscosity forces compensate the inertial ones. The theoretical scale where these forces are equal is known as Kolmogorov scale. In the ocean this scale ranges from ca 0.7 to 0.07 cm, depending of the energy input. Below the Kolmogorov scale, water motion can be characterized by a laminar shear field derived from the eddies. In this contribution I will use the term "turbulence" in a broad sense, including motions below the Kolmogorov microscale.

From the plankton point of view and its interactions with chemical and physical structures, the scales of interest range from cubic meters to cubic micrometers (Figure 1).



Scales of interaction between turbulence and

Figure 1. Scales and processes of interest in turbulence-plankton interactions

At the large scale, the vertical transport in the water column is of special importance because it can bring nutrients to the euphotic zone and then favor primary production. At smaller scales turbulence can increase encounter rates between particles; in particular between predator and prey. At the microscale, diffusion and shear affect uptake of nutrients by osmotrophic organisms. Planktonic movement implies, by definition, suspension and drifting in water. The turbulent component of water motion is variable in time and in space. Plankton has adapted to this variability through a range of sizes, shapes, and swimming and feeding behaviors. In this context every hydrodynamic condition drives the system to a particular biological structure; described by the distribution of size classes and species, which in turn will influence the respiration/production rates, or in other words the carbon flux in the system. During the last decade experimental and theoretical studies have examined the effect of turbulence on different phyto and zooplankton processes as indicated in figure 2.



T shown **T** likely/shown, at least sometimes **T** unlikely

Figure 2. Scheme of plankton trophic interactions. T labels fluxes which can be affected by turbulence. The different formats of "T" refers to available data. T : there are experimental data. Grey T: few experimental data or theoretical evidences. 7: theoretically the effect of turbulence is unlikely.

Nevertheless scarce experimental information is available about the effect of turbulence on bacterioplankton. The lack of experimental work at this scale is a consequence of theoretical considerations. As calculations have shown that, for bacteria, the increase of nutrient flux through turbulence would be too small to be of any significance. However bacteria do not live alone in natural systems, but shows complex interactions with the rest of planktonic components. We hypothesized that bacteria could be affected by turbulence not directly but through plankton interactions. To address this question, we recently designed experiments to study the response of bacteria to turbulence in two different scenarios: "natural bacteria separated from the rest of components" and "natural microplankton assemblages". We found no direct effect of turbulence on bacteria when they were uncoupled from the remainder of the microbial community. In the presence of the microbial community, bacteria showed higher activity and maintained high abundances for a longer time under turbulence than in still water (figure 3).



Figure 3. Temporal changes in abundance of bacteria in two experiments (Exp 1 and Exp 2). A and B: natural bacteria separated from the rest of components. C and D: natural microplankton assemblages. (\bullet) Turbulence treatments. (\circ) Still-water treatments.

Our results suggest that a shift of grazing pressure to larger prey organisms/size classes under turbulence conditions was the major factor inducing higher bacterial activity. This contribution adds evidence about the importance of considering physical-chemical and biological interactions when building models of mass and energy transfer in aquatic systems.

Circulación Residual y Fitoplancton: Un Estudio Cuantitativo

B. Martín-Míguez¹, L. Fariña¹ y F. G. Figueiras²

¹ Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, España ² Instituto de Investigaciones Mariñas, C.S.I.C, Vigo, España

El trabajo que se presenta aborda el estudio de la evolución de las poblaciones de fitoplancton en dos situaciones hidrográficas bien diferenciadas utilizando, para ello, un modelo de cajas bidimensional cinemático con el que se calculan flujos residuales en la Ría de Vigo.

La Ría de Vigo se clasifica como estuario parcialmente mezclado, con una circulación típica residual positiva muy influida por fenómenos meteorológicos como el afloramiento. El diseño del modelo de cajas, que presenta la particularidad de ser no estacionario, permite conocer los intercambios advectivos y difusivos residuales que se producen en este dominio y relacionarlos con los procesos de selección de determinados grupos de fitoplancton. Esta relación tiene un gran interés ya que, por un lado, el fitoplancton es la base de la cadena trófica en un sistema tan productivo como son las rías mientras que, por otro, existen ciertas especies extremadamente tóxicas, que constituyen parte esencial de la dieta de los bivalvos, llegando a representar una seria y continua amenaza para la actividad mejillonera y, consecuentemente, para la economía de la zona.

El modelo se basa en la ecuación de continuidad y plantea un balance de sal y de volumen en unos dominios espaciales finitos o *cajas* definidas en el interior de la ría. Para su resolución utiliza una base de datos termohalina correspondiente a dos periodos de muestreo, uno en Otoño y otro en Primavera, de los que también se dispone de datos referentes a concentración de nutrientes y composición de especies de fitoplancton. Los caudales residuales que se derivan del modelo permiten la estimación de unas tasas de variación *advectiva* de fitoplancton (suponiendo que éste se comportase como un soluto inerte) que se comparan con los cambios reales. Esta comparación se formaliza mediante el cálculo de tasas de duplicación y arroja luz sobre los procesos de selección que se producen y sus posibles causas permitiendo una aproximación de tipo cuantitivo a un problema tradicionalmente estudiado desde una perspectiva descriptiva.

Durante el periodo de Otoño, bajo condiciones de *downwelling*, las tasas de duplicación encontradas sugieren la selección de un dinoflagelado tóxico (*Gymnodinium catenatum*), debido, probablemente, a su capacidad natatoria que le permite contrarrestar el hundimiento. En Primavera, en una situación de afloramiento moderado, el modelo permite observar la evolución de dos poblaciones mayoritarias de diatomeas (*Chaetoceros spp.* y *Thalassiosira spp.*) y el proceso de selección de las primeras, que se justifica en virtud de su menor tasa de sedimentación.

Aproximación a la Determinación de Co en Aguas de la Zona Marítima de Canarias

F.J. Martín Muñoz y J. J. Hernández Brito

Departamento de Química, ULPGC, España

El ciclo biogeoquímico del cobalto en aguas oceánicas esta muy poco estudiado, debido fundamentalmente a las bajas concentraciones del metal (picomoles) y las dificultades analíticas para su determinación. Sus distribuciones oceánicas podrían suministrar información sobre sus procesos oceánicos o sus interacciones en la interface atmósfera-océano y oceáno-sedimento. En este sentido, la región canaria, con zonas oceánicas oligotróficas, el afloramiento frente a la costa africana, eventos acompañados de fuertes entradas eólicas, y la posible existencia de zonas parcial o totalmente anóxicas en regiones sedimentarias cercanas a la costa africana, representa un área ideal para establecer el comportamiento biogeoquímico del elemento.

Interesa especialmente establecer la interacción del cobalto con la biomasa presente en la columna de agua. El Co es el átomo metálico central en la vitamina B12 (cobalamina), siendo uno de los dos metales cuya complejacion orgánica lleva a una mayor captación de este elemento por parte del flitoplcanton. A su vez, la cobalamina es un factor de crecimiento para muchas especies de algas en particular diatomeas, crisofitas y dinoflagelados. Este tipo de interacciones tiene por objetivo establecer el papel del cobalto como catalizador biológico.

En esta presentación se describe la técnica utilizada para medir cobalto en agua de mar (4-50 pM) mediante la voltametría adsortiva aplicada sin preconcentración química previa y con el uso de catalizadores. El cobalto es complejado orgánicamente y acumulado directamente sobre la gota de mercurio. La señal que se produce por la reducción del quelato durante un barrido de potencial catódico determina la cantidad de Co lábil en disolución. Se presentarán, además, resultados preliminares de la distribución del elemento en la columna de agua en la zona de Canarias. Existen muy escasos perfiles de Cobalto en aguas marinas: los descritos por Golimowski y Herrera-Melián en aguas al norte de Gran Canaria, y los de Jickells en Bermudas son algunos ejemplos. El trabajo que se está realizando tiene por objetivo la obtención de perfiles tanto oceanicos como de regiones costeras y de transición. A partir de ellos se establecerán los ciclos biogeoquímicos y correlaciones con otros metales.

Bibliografía

- 1.Golimowski et al. ; "The Determination of Cobalt in Water Samples by Cathodic Stripping Voltametry" ;Chem.Anal.(Warsaw),40,201(1995)
- 2.Bobrowski & Bond ; "Exploitation of the Nitrite Catalytic Effect to Enhance the Sensitivity and Selectivity of the Adsorptive Stripping Voltammetric Method for the Determination of Cobalt with Dimethylglyoxime"; Electroanalysis, 4(1992) 975-979.

- 3.Nimmo & Fones ; "Application of adsorptive cathodic stripping voltammetry for the determination of Cu, Cd, Ni and Co in atmospheric samples." ; Analytica Chimica Acta 291 (1994) 321-328.
- 4.Donat & Bruland ; "Direct Dtermination of Dissolved Cobalt and Nickel in Seawater by Differential Pulse cathodic Stripping Voltammetry Preceded by Adsorptive Collection of Cyclohexane-1,2-dione Dioxime Complexes" ; Analytical Chemistry, 1988, 60,240
- 5. Donat & Bruland ; "Trace Elements in the Oceans" ; Trace Elements in Natural Waters , Salbu & Steinnes ; CRC Press 247,283.

Ļ

0

٩.

Oceanografía Física de la Corriente de Canarias: Variación a Corto Plazo y Variabilidad Estacional e Interannual

E. Navarro-Pérez y E.D. Barton

School of Ocean Sciences Menai Bridge LL59 5EY Anglesey Wales (U.K.) E-mail:_e.navarroperez@bangor.ac.uk oss021@bangor.ac.uk

La principal meta de esta investigacion fue mejorar el entendimiento de los procesos oceanográficos que ocurren en la región de Las Islas Canarias. Los datos usados intentan valorar el espectro temporal de variacion de los procesos oceanográficos que ocurren en dicha region. Por lo tanto, podemos encontrar variaciones estacionales e interannuales de largo plazo, asi como procesos mas locales de corto plazo. Para identificar las diferencias estacionales de la region debemos incluir la variacion del Giro Subtropical, el proceso de afloramiento a lo largo de la costa Africana, y la presencia del archipielago canario en el paso de la corriente de Canarias.

Las variaciones interanuales y estacionales fueron investigadas con series de nivel del mar de largo plazo y con datos hidrograficos historicos (principalmente de temperatura y salinidad) de la region de Canarias. Sin embargo, los procesos de corto plazo fueron investigados con los resultados obtenidos durante los cruceros realizados en el area y especificamente en relacion a estructuras de filamento que aparecen al sureste del archipielago canario.

El Oleaje en Regiones Costeras

Francisco J. Ocampo Torres

Departamento de Oceanografía Física, CICESE Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, México

Resumen

Se hace énfasis en la importancia del fenómeno del oleaje en aspectos tan relevantes como la mezcla en la capa superficial del océano, los procesos de intercambio entre el mar y el aire (decisivos en la determinación del clima de nuestro planeta), la detección de otros fenómenos oceanográficos mediante sensores remotos, y en otros tantos relacionados a aplicaciones clásicas de ingeniería oceánica y costera, así como de operación y seguridad en maniobras marítimas. La modelación numérica para simular y predecir el espectro direccional del oleaje en aguas profundas ha avanzado notablemente durante las últimas décadas, en parte debido al acelerado incremento en nuestra capacidad de cómputo, y además al desarrollo de nueva tecnología para *observar* el océano desde el espacio.

Al aproximarse a las costas, el oleaje sufre los efectos de las variaciones en profundidad y de otros fenómenos oceanográficos que se dan lugar en las regiones de aguas intermedias a someras, tales como corrientes intensas y su variabilidad espacial y temporal. Se intensifica la disipación de energía debida al esfuerzo en el fondo, y la transferencia de energía asociada a interacciones no lineales entre triadas de olas adquiere más importancia. La transformación del oleaje en regiones de aguas de profundidad finita induce espectros un tanto más complejos.

El interés en entender el oleaje en las regiones costeras es obvio para las personas que han tenido acercamiento a las playas o costas rocosas, o bien para aquellas relacionadas con operaciones en aguas litorales, asociadas a pesquerías, exploración/explotación de hidrocarburos, diseño y construcción de obras de ingeniería costera y maniobras en recintos portuarios.

Se estudia la evolución del espectro direccional del oleaje, en particular, analizando en detalle su distribución espacial en una región costera de interés. Al emplear imágenes de radar para inferir el espectro del oleaje, se observa que es posible describir más detalladamente la evolución espacial del fenómeno, en comparación con algunas mediciones realizadas con sensores convencionales.

Se aplica un modelo numérico de tercera generación, con el que se pueden reproducir adecuadamente algunos aspectos importantes en la evolución del fenómeno. Sin embargo, algunos otros como una cierta amplificación en el dominio direccional del espectro, sólo se distingue mediante el análisis de las observaciones realizadas con radares de apertura sintética.

Se agradece el apoyo brindado por la Universidad de Las Palmas en Gran Canaria, España y el CONACyT (225080-5-4302PT), México.

Campañas Hidrográficas en el Noroeste Africano: El Ramal Oriental de la Corriente de Canarias y el Filamento de Cabo Ghir

J. L. Pelegrí, A. Marrero-Díaz, A. Antoranz, C. Gordo, A. Hernández-Guerra, A. Ratsimandresy, A. Rodríguez-Santana y P. Sangrà

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

En los últimos años el grupo de Oceanografía Física de la ULPGC ha participado en diversas mediciones encaminadas a determinar la intensidad y características de la Corriente de Canarias en la región cercana al continente africano y al norte del archipiélago canario (Marrero-Díaz *et al.*, 1997, 1998; Pelegrí *et al.*, 1995, 1997, 1998a, 1998b; Rodríguez-Santana *et al.*, 1997, 1998). Entre estos esfuerzos destacan las mediciones realizadas durante dos campañas del BIO Hespérides en su tránsito entre la Península Ibérica y Canarias, de camino a la Antártida. Estas mediciones fueron efectuadas entre el 5 y el 15 de octubre de 1995 (Filamento 95) y entre el 27 de septiembre y el 1 de octubre de 1997 (Filamento 97).

El mapa con el trayecto recorrido y estaciones realizadas durante la campaña Filamento 95 se muestra en la Figura 1 (Pelegrí et al., 1995). Las mediciones, que tuvieron que ser adaptadas a una campaña de tipo geológico, comprenden una radial paralela al talud continental africano y cubren la región del filamento de Cabo Ghir. Además se realizaron mediciones en una línea desde Cabo Ghir hasta Madeira y entre esta isla y Canarias. La cobertura de las mediciones es bastante buena, con un total de 81 estaciones y mediciones en continuo de corrientes, temperatura y salinidad superficial. Su principal limitación radica, sin embargo, en que solo 10 de estas estaciones fueron con CTD, las restantes siendo estaciones XBT.

En noviembre de ese mismo año se realizó una radial con XBTs entre Canarias y el Estrecho de Gibraltar utilizando el ferry de Trasmediterránea J. J. Sister (Pelegrí et al., 1995). Esta radial se muestra en la Figura 2 junto con la radial realizada en Filamento 95, lo que permite apreciar que ambas son aproximadamente paralelas, la radial del Sister realizada aproximadamente a unos 60 km de distancia hacia mar abierto.

La Figura 3 muestra el trayecto y estaciones correspondientes a la campaña Filamento 97 (Pelegrí *et al.*, 1998a). Esta campaña cubrió de nuevo una línea proximadamente paralela al talud continental y la región del filamento de Cabo Ghir, con un total de 24 estaciones CTD y 42 estaciones XBT, además de la medición en continuo de diversos parámetros. En 21 de las estaciones CTD se tomaron muestras de agua a 20 profundidades distintas, para la posterior determinación de nutrientes, clorofila y aluminio disuelto. También se lanzaron dos boyas superficiales a la deriva, en la raíz y parte exterior del filamento, que fueron seguidas durante 40 y 60 días respectivamente (Sangrà *et al.*, 1998).

Las mediciones realizadas en octubre de 1997 fueron complementadas con dos transectos XBT entre Lisboa y Madeira, con un carguero de la empresa Transinsular, y entre Madeira y Canarias, con un carguero de la Empresa OPDR, tal como muestra la Figura 4a (Pelegrí *et al.*, 1998a). También se realizaron transectos entre las islas orientales del archipiélago canario, Figura 4b (Hernández Guerra *et al.*, 1998).

Los resultados obtenidos muestran la extraordinaria complejidad oceanográfica de la zona bajo estudio. Las mediciones del campo lejano (Lisboa-Madeira-Canarias) indican que la Corriente de Canarias fluye hacia el Este principalmente al norte de Madeira. Una fracción significativa de este flujo, del orden de 1 Sv, se dirige hacia el continente africano y recircula en una franja, relativamente estrecha, hacia el Sur-Suroeste en dirección al Filamento de Cabo Ghir. Parte de este flujo es expulsado de nuevo hacia el océano interior, cerca de la superficie, mediante el Filamento de Cabo Ghir. La estructura mesoescalar del filamento es muy compleja, tal como confirman las imágenes Seawif de la zona. Los datos de las boyas a la deriva y las secciones realizadas entre las islas sugieren que parte de este flujo continúa hacia el Sur-Suroeste, de forma aproximadamente paralela a la costa.

La recirculación del ramal oriental de la Corriente de Canarias, en una franja cercana a la costa, indudablemente está vinculada al afloramiento costero. Cuando los vientos alisios se intensifican el sistema de afloramiento costero se desarrolla, causando un aumento del flujo paralelo a la costa (chorro baroclínico costero). Este chorro baroclínico se alimenta parcialmente de las aguas de la termoclina superior, en lo que constituye una activa célula de recirculación vertical. Sin embargo, en el caso de una costa de extensión limitada también deben existir flujos horizontales de entrada y salida al sistema de afloramiento, dando lugar así a uña célula de circulación horizontal. Ambas células deben necesariamente interactuar, ajustando su intensidad a los diversos forzamientos externos. Así pues, en una situación en la cual los viento alisios se debilitan, tal como la observada en la campaña Filamento 97, la célula de circulación vertical debe debilitarse y el flujo proveniente del océano interior debe ser acomodado por la célula horizontal.

Cabe también destacar la presencia de un máximo subsuperficial de agua más salina y rica en aluminio, justo por debajo de la termoclina estacional, en gran parte de la zona del filamento. Estas aguas posiblemente tengan su origen en la termoclina superior de la Corriente de Canarias al recircular cercana al continente. La complejidad oceanográfica de la zona queda también reflejada en la probable presencia de la corriente profunda hacia el polo cercana al talud. Esta corriente, junto con la topografía del Cañón de Agadir, probablemente son responsables del remolino anticiclónico subsuperfical ubicado sobre la cabeza del Cañón.

Este trabajo ha sido realizado mediante el apoyo del proyecto CANIGO financiado por la Union Europea a traves del programa MAST (proyecto MAS3-CT96-0060) y mediante los proyectos FRENTES y FILAMENTO financiados por el gobierno espanol a traves del programa CYTMAR (proyectos AMB95-0731 y MAR97-1865E







Figura 2.



Figura 4a

56



Referencias

- Hernández-Guerra, A., J. Arístegui, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, F. Eugenio, L. García, A. Marrero-Díaz, A. Martínez, M. Pacheco, J. L. Pelegrí, A. Ratsimandresy, A. Rodríguez-Santana, P. Sangrà, The perturbation of the Canary Current by the Canary Archipelago, 1998 WOCE Conference Proceedings, Halifax, Canada, 1998.
- Marrero-Díaz, A, A. Rodríguez-Santana, J. L. Pelegrí, Diagramas T-S analíticos en la Cuenca de Canarias. Obtención de velocidades geostróficas a partir de medidas con XBTs, XXVI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, 447-448, 1997.
- Marrero-Díaz, A., Č. Gordo, J. L. Pelegrí, A. Antoranz, A. W. Ratsimandresy, P. Sangrà, J. Ramírez, J. M. Cortés, L. García-Weil, M. Pacheco, A. Hernández-Guerra, A. Rodríguez-Santana, Circulation Patterns in the Cape Ghir Filament Area during October 1997, Annales Geophysicae, 16 (Suppl. II), C539, 1998.
- Pelegrí, J. L., A. Antoranz, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, A. W. Ratsimandresy, P. Sangrà, Campaña Hespérides Octubre 1995 Cartagena Las Palmas de Gran Canaria, *Informe Proyectos CICYT AMB94-1482E*, AMB95-0731, 48 pp., 1995.
- Pelegrí, J. L., A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, J. M. Cortés, L. García-Weil, C. Gordo, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, A. Marrero-Díaz, A. Martínez, M. Pacheco, A. Rodríguez-Santana, A. W. Ratsimandresy, P. Sangrà, Acoplamiento entre la Corriente de Canarias y el sistema de corrientes del afloramiento africano, XXVI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, 444-445, 1997.
- Pelegrí, J. L., A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, J. M. Cortés, F. Eugenio. L. García, C. Gordo, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, A. López, A. Marrero-Díaz, A. Martínez, S. Menvielle, M. Pacheco, J. Ramírez, A. W. Ratsimandresy, A. Rodríguez-Santana, P. Sangrà, *Informe Proyectos CYCIT MAR97-1865E, AMB95-0731*, 1998a.
- Pelegrí, J. L., A. Marrero-Díaz, A. Ratsimandresy, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, L. García, C. Gordo, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Laiz, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, y P. Sangra, Coupling between

the Canary Current and the upwelling system off Northwest Africa, 1998 WOCE Conference Proceedings, Halifax, Canada, 1998b.

- Rodríguez-Santana, A., A. Marrero-Díaz, J. L. Pelegrí, A. Hernández-Guerra, A. W. Ratsimandresy, P. Sangrà, Variabilidad estacional en la Cuenca de Canarias Oriental a partir de observaciones con XBT, Memorias del Taller y Tertulia en Oceanografía Física 1997, 67-72, 1997.
- Rodríguez-Santana, A., A. Marrero-Díaz, y J. L.-Pelegrí, Geostrophic transport as inferred from XBT data through analytic T-S diagrams, *Annales Geophysicae*, 16 (Suppl. II), C544, 1998.
- Sangrà, P., L. García, M. Pacheco, J. L. Pelegrí, A. Hernández-Guerra, A. W. Ratsimandresy, J. J. Ramírez, J. M. Cortés, A. Marrero-Díaz, D. Grisolía, y F. Eugenio, Drifters observations of a cold filament in the Northwest African upwelling area, Annales

2

Geophysicae, 16 (Suppl. II), C567, 1998.

٩.

Estimates of Mean Cross-Stream Transport into the Gulf Stream

A.W. Ratsimandresy and J. L. Pelegrí

Departamento de Física, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

The Gulf Stream tipically triples its transport between the Straits of Florida (30 Sv) and off the Mid Atlantic Bight (over 100 SV), this increase having its origin on upper thermocline Sargasso Sea waters slowly upwelling several hundred meters and flowing into the core of the Gulf Stream (e.g. Worthington, 1976; Wunsch, 1978). Water velocities are very small, of the order of one centimeter per second, and are dificult to measure directly. Furthermore, current measurements in the core of the Gulf Stream using isopycnal floats show no significant mean epipycnal cross-stream velocities (Bower and Rossby, 1989). Our purpose here is to use a data set of 20 Pegasus sections across the Gulf Stream (Halkin and Rossby, 1985), which include temperature and along and cross-stream velocities, to examine the magnitude of mean cross-stream transport and the potential contibution to this transport by cross-stream Reynolds mass fluxes.

A good dynamical description of the western boundary upwelling problem (the answer of why such upwelling takes place) is not yet available, and even a detailed kinematical description (the answer of how it occurs) is still lacking. What is clear is that these processes have to depend on the overall circulation of the subtropical gyre, and must balance the vorticity and energy input of the wind to the gyre. A first step to answering the questions of how and why western boundary upwelling takes place is Csanady's (1989) idea that energy dissipation in oceanic gyres is concentrated in western boundary currents, and that the first phase of dissipation is the release of potential energy to the primary eddies and meanders growing on the current. The first phase involves the upward movement of relatively light fluid along isopycnals, across the direction of the mean current, in accordance with the baroclinic instability mechanism. The eddy energy is eventually transmitted to the environment and dissipated, e.g. through the radiation of topographic waves. The dissipation makes the rise of the fluid permanent

Csanady (1989) proposed that dissipation, and hence western boundary upwelling, is proportional to cross-stream epipycnal Reynolds mass flux u'h' in which there is a correlation between layer depth fluctuations h' and fluctuations in cross-stream velocity u'. He hypothesized that within the core of the Gulf Stream the cross-stream Reynolds flux is approximately constant, despite the mean cross-stream velocity may be nearzero. The meaning of Csanady's epipycnal eddy mass flux is that cross stream velocity and layer thickness will be correlated in some sort of peristaltic pumping mechanism, e.g. when velocities are into the Stream the thickness may be larger than their mean value while seaward velocities may correspond to layers thinner than average, leading to a net transport which may be different from the product of mean thickness and mean cross-stream velocities.

The Pegasus data available to us have already been corrected to take into account the inclination of the sections with respect to the Gulf Stream axis, so we have been able to

directly work with the stream-coordinate sections. Our first step has been to obtain a data ensamble with equivalent cross-stream coordinates, i.e. with the x=0 value corresponding to the position of the Gulf Stream front for all sections. This Gulf Stream front position is defined as in Halkin and Rossby (1985), as the location halfway between where the 12° isotherm crossed 400 m and where it crossed 600 m.

Using these data ensamble we have first obtained the distributions of mean temperature, along-stream and cross-stream velocities as a function of depth, and mean depth, along-stream and across-stream velocities as a function of temperature. Second, we have obtained the layer thicknesses (0.25°C bands) for each section and we have calculated the ensamble average. This allows us to compute next \overline{u} and \overline{h} , and its product \overline{uh} , as well as \overline{uh} , with the overbar representing the ensamble average.

If the Reynolds mass flux is an important contribution to the epipycnal mass flux into the Gulf Stream then it should come out that \overline{uh} should be much larger than \overline{uh} . It is actually easy to show that if thickness and cross-stream velocities are in phase, varying sinusoidally in time with the same frequency, then $\overline{uh} = \overline{uh} + \frac{u_1h_1}{2}$, where u_1 and h_1 are the amplitudes of the temporal fluctuations, and the overbar now represents the mean over a period. The idea implicit here is that the data ensamble may give a good estimate of the temporal mean; still another possibility would be to assume that our ensamble averages correspond to a spatial mean over a meander wavelength and that u_1 and h_1 are the amplitudes of the sinusoidal spatial fluctuations. First order estimates of water input into the Gulf Stream could be obtained by integrating \overline{uh} over the water column and multiplying by the distance between the Florida Straits and the Mid Atlantic Bigh; this number should be similar to the change in water transport by the Gulf Stream between both positions.

The physical process leading to the fluctuations in cross-stream velocities and layer thickness are clearly related to the meanders in the Gulf Stream. Bower and Rossby (1989), Pelegrí and Csanady (1994), and Rodríguez-Santana *et al.* (1998) have clearly shown that different meander phases are correlated to the direction and intensity of cross-stream movements and to the presence of anomalies in layer thickness. It is to be expected, hence, that they will play a principal role in determining the epipycnal cross-stream Reynolds mass flux.

Aknowledgement

The authors wish to thank Prof. Tom Rossby for kindly providing the Pegasus data set. This work has been funded by the European Union through project CANIGO (MAST's grant number MAS3-CT96-0060) and by the Spanish Government through project FRENTES (CICYT's grant number AMB95-0731).

References

- Csanady, G. T., Energy dissipation and upwelling in a western boundary current, Journal of Physical Oceanography, 19, 462-473, 1989.
- Halkin, D, and T. Rossby, The structure and transport of the Gulf Stream ar 73°W, Journal of Physical Oceanography, 15, 1439-1452, 1985.
- Pelegrí, J. L., and G. T. Csanady, Diapycnal mixing in western boundary currents, Journal of Geophysical Research, 99, 18275-18304, 1994.
- Rodríguez-Santana, A., J. L. Pelegrí, and P. Sangrà, Diapycnal mixing in Gulf Stream meanders, submitted to *Journal of Geophysical Research*.
- Worthington, L. V., On the North Atlantic circulation, The John Hopkins Oceanographic Studies, vol. 6, John Hopkins University Press, Baltimore, 110 pp. Wunsch, C., The North Atlantic general circulation west of 50°W determined by inverse methods, *Review of Geophysics and Space Physics*, 16, 583-620, 1978.

£

0

٩.

La Influencia de la Mezcla Diapicna en un Modelo de Frontogénesis

A. Rodríguez-Santana, P. Sangrà y J.L. Pelegrí

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Campus Universitario de Tafira, Apdo. 550 35017 Las Palmas e-mail: angel.rodriguez@fisica.ulpgc.es

Este trabajo consiste en establecer la importancia de la mezcla diapicna inducida por cizalladura en un sistema frontal sometido a un proceso de frontogénesis. Proponemos entonces un modelo bidimensional basado en el trabajo de Bleck et al. [1] en el marco de las coordenadas isopícnicas, donde la velocidad a lo largo del frente, v, está en balance geostrófico. Añadimos la posibilidad de que actúe la mezcla diapicna que a su vez será un factor importante en regulará la separación entre las isopicnas en aquellas zonas de gran intensidad.

Para estimar la intensidad de la mezcla diapicna nos remitimos al trabajo de Pelegrí y Csanady [2] donde se calcula la tendencia de la densidad, $\omega_{\rho} = D\rho/Dt$, a partir del gradiente vertical de la componente vertical del flujo de densidad de Reynolds. Esta magnitud se expresa en función del gradiente vertical de la densidad y del coeficiente de difusión turbulenta para la densidad, K_{ν} , el cual es parametrizado en función del número de gradiente de Richardson, Ri. Esta última magnitud es calculada a partir de la ecuación del viento térmico en coordenadas isopícnicas obteniéndose que Ri es inversamente proporcional a $\partial \nu/\partial \rho$ (gradiente diapicno de la velocidad) y directamente proporcional a J (jacobiano de la transformación: $J = \partial z/\partial \rho$ donde z es la profundidad y ρ la densidad).

El proceso de frontogénesis caracterizado por un campo de deformación horizontal incrementa el gradiente diapicno de la velocidad y el gradiente vertical de la densidad (disminuyendo *J*). Decrece por lo tanto *Ri* y se intensifica la tendencia de la densidad caracterizando zonas con alta mezcla diapicna. Los resultados del modelo muestran zonas con valores de la tendencia de la densidad del orden de 3 10^{-4} Kg m⁻³s⁻¹ para un determinado caso de estudio después de más de 12 horas de frontogénesis. Estos valores son tanto positivos como negativos determinando zonas en el sistema frontal de divergencia y convergencia con valores máximos en valor absoluto de 4 10^{-3} s⁻¹ [3]. De esta forma se produce una redistribución de las isopicnas ocasionando la aparición en los perfiles de densidad de estructuras en forma de escaleras [4]. Este tipo de modelos con campo de deformaciones más complejos pueden ayudarnos a entender la evolución de sistemas frontales como la Corriente del Golfo sometida a los efectos de los meandros [3,5].

Referencias

[1] R. Bleck, R. Onken y J.D. Woods, Q. J. R. Meteorol. Soc., 114 (1988) 347-371

[2] J.L. Pelegrí y G.T. Csanady, J. Geophys. Res., 99 (1994) 18,275-18,304

[3] A. Rodríguez-Santana, Mezcla diapicna en sistemas frontales, Tesis doctoral, (1997)

[4] J.L. Pelegrí y P. Sangrá, J. Geophys. Res (1998), en prensa.

\$

٩.

[5] A. Rodríguez-Santana, J.L. Pelegrí y P. Sangrà, J. Geophys. Res., (1998) en prensa

2

Advection of Continental Water Inputs along the Continental Slope and its Role as an Export Mechanism for Anchovy, *Engraulis Encrasicolus*, Larvae

J. Salat, A. Sabatés, and M.Pilar Olivar

Institut de Ciències del Mar (CSIC) P. Joan de Borbó s/n. 08039 Barcelona. Spain

The Mediterranean Sea can be considered, globally, as oligotrophic. The area of its relatively small hydrographic river basin (if we exclude the Black Sea and the Nile river) and its position close to the subtropics, contribute to a relatively low fresh water input and a relatively high seawater evaporation. Thus, as evaporation exceeds fresh water inputs, the Mediterranean Sea is considered as a "concentration basin", which results in two important features: (i) the water flows out of the Mediterranean to the Atlantic Ocean through the Strait of Gibraltar beneath the in-flowing, less dense Atlantic water; and (ii) the existence of areas where water becomes unstable and sinks, which allow the ventilation of deep waters. The Atlantic inflowing water is a surface water, exhausted of nutrients, while the Mediterranean outflow waters are deeper with higher nutrient concentrations. Thus the Mediterranean is loosing nutrients.

Another important characteristic of the Mediterranean environment is the seasonality. In the northern side due to the seasonal cycle, a thermocline is formed every year from early spring to late autumn, while the surface layer is well mixed during winter. Water balance is also affected by seasonality. Thus, although evaporation dominates throughout the year, it is reduced during springtime because of rain, river runoff and the fact that water is colder than air.

Most of the biological models used in fisheries do not include physical processes, or they only use certain parameters like temperature, as indices of general use. However the fish early stages are planktonic and, consequently, its distribution highly depend on the water dynamics and its variability. In particular, in the Mediterranean the living and reproductive strategies of the fish species must be adapted to the oligotrophy and seasonality. To illustrate this kind of adaptation we present recent data about the larval distribution of anchovy in relation to the physical variability in the North-western Mediterranean. Our results show that a deep knowledge of the water dynamics is essential to understand the larval population and hence the reproductive behaviour of the species.

The anchovy is one of the commonest pelagic fish species in the region. This species' spawning season takes place at the end of spring. At this time a seasonal thermocline is developing as the days grow longer. The increased stratification causes gradual depletion of nutrients in the surface layer by restricting vertical water motion that could help replenish nutrient levels at the euphotic zone. Thus, by the end of spring phytoplankton populations are almost absent in the entire surface layer and are concentrated beneath the thermocline, producing what is known as the deep chlorophyll maximum. However, at the same time, fresh-water inputs increase, not only because of higher rainfall in spring but also because of higher flow rates in the rivers, mainly the Rhône, due to the spring thaw in the mountains. The broad continental shelf off the Gulf

of Lions (between 50 and 100 km) acts as a holding area for the Rhone waters with salinity levels normally at least between 1 and 2 psu lower than those in the open sea. The thermal stratification helps to spread the continental runoff in the surface layer which reaches its maximum extent by the end of spring. The presence of this continental influenced waters of lower salinity, hereinafter referred to as *CIW*, can be recognisable until the end of spring at certain areas. Because the nutrient concentration in continental runoff is high, the areas occupied by the *CIW* may afford suitable conditions for the development of phytoplankton populations in the surface layer. Therefore, peak egg and larval abundance for anchovy are often clearly associated with areas of fresh water inputs. Also, in the particular cases when salinity values for *CIW* have sometimes been unusually low (30), anchovy was the only species present in the ichthyoplankton in those waters. Bearing in mind that early larval stages of this species remain close to the surface it seems appropriate to assume that they take advantage of the potential primary production of those waters, which is considered as an important contribution to the overall Mediterranean production.

In contrast to the oceans, the Mediterranean Sea presents a two-layer structure: A surface layer originated from the Atlantic inflow, down to 150-200 m, which has changing characteristics as it spreads across the basin, and the deep layer which is quite homogeneous when considering its thermohaline properties. Apart from the main water current flowing eastwards, there are other secondary currents which contribute to the distribution of the Atlantic waters all around the Mediterranean Sea. In the NW Mediterranean a current directed to the SW all along the edge of the continental shelf is associated with a classical shelf-slope density front, thus leaving lighter and less saline waters from remote Atlantic origin on the coastal side. As it take more than one year for the Atlantic water to reach the NW Mediterranean, vertical mixing in winter contributes to deepening the frontal structure up to more than 300 m. Also the influence of the rivers discharge contributes to strenghten the density difference across the front, by decreasing the salinity of inshore waters in the region. The flow rate of the slope current is usually around 1 Sv and current velocity in the surface layer can easily reach 30 cm/s. In mid to late spring that current may help carry the CIW, spread over the Gulf of Lions, along the shelf break, far from where they formed. CIW can also be involved in filaments that move cross-wise to the general circulation pattern, flowing ageostrophically. In addition, the higher influx of continental run-off may contribute to instability in the density front, giving rise to fluctuations in the location and strength of the front. Both the presence of *CIW* and variability in the front and current are typical mesoscale features in spring.

The presence of a surface layer *CIW*, along the continental slope off the Catalan coast (NW Mediterranean) was observed in June 1995 when three cruises were carried out: (i) A general coverage of a wide area; from Barcelona to the Balearic islands and to the Gulf of València, (ii) a repeated fixed transect in front of Barcelona up to the centre of the basin (at about 2000 m depth), and several repeated 24 h stations, at a fixed positions, inserted between transects. This cruise was partially simultaneous with the first one. Finally (iii) a cruise consisting on two consecutive circuits over an area centred on the repeated transect of the second cruise. In the two first cruises CTD+fluorometer data were collected, while in the third underway surface TS continuous data, and, in addition, mesozooplankton and ichtyoplankton samples were collected at the stations. This sampling strategy allowed us, for first time in the region, to analyse separately the spatial and time variability of the physical structures. This

study is, then, focused on the spatio-temporal behaviour of that *CIW* lens in relation to the shelf-slope front, and its effect on the distribution of anchovy larvae. Through successive positions of the *CIW* lens, recorded along the cruises, we could observe and characterise displacements of the front. It was found that the front followed an horizontal oscillation with a period of eight days and an amplitude of 10 km. The highest abundance of anchovy larvae, caught during the cruises, were associated with the presence of the *CIW* lens, besides its position over the continental slope (bottom depths around 1000 m) appear to be far enough from the coast for a species with a shelf habitat. Therefore the size frequency distribution for the anchovy larvae trapped within the lens of *CIW* suggested that the larvae had been spawned further north, near the Gulf of Lions. It was concluded not only that those larvae had been transported by the current but also that their development had taken place entirely inside the *CIW* lens. In addition, the possible benefit to the survival of anchovy larvae of being kept inside that lens, despite being carried far from their spawning areas, is discussed based on fluorescence and microzooplankton data collected during the cruises.

\$

4

Evolución Lagrangiana de un Remolino Anticiclónico Generado por la Isla de Gran Canaria Inferida a partir de la Trayectoria de Boyas Argos

Pablo Sangrà

Dpto. de Física Universidad de las Palmas de Gran Canaria pablo.sangra@fisica.ulpgc.es

Diversas campañas observacionales han revelado que el desprendimiento de sucesivos remolinos ciclónicos y anticiclónicos de la Isla de Gran Canaria es un fenómeno bastante habitual en la aguas de esta región. Aunque existe un conocimiento relativamente bueno de la hidrografía de estas estructuras, su evolución es prácticamente desconocida. De esta forma, y con el objetivo de determinar los variables que determinan su evolución tales como su duración, trayectoria, periodo de rotación, velocidades de traslación etc.., el 29 de junio de 1998 se sembró con tres boyas Argos un remolino anticiclónico detectado al sur de Gran Canaria, en el transcurso de la campaña interdisciplinar FRENTES (CICYT-.amb95-0731). Con el fin de una mejor respuesta a la dinámica del océano interior, el ancla flotante de las tres boyas se situó por debajo de la capa de mezcla a unos 100 metros de profundidad.

En la figura adjunta se muestra la trayectoria de las tres boyas durante 110 días (29/07/98-17/10/98) obtenida a partir de las posiciones originales interpoladas cada 3 horas. Se observa como al menos durante más de tres meses (hasta el 9 de Octubre) las tres boyas circulan alrededor de un remolino anticiclónico que se bautizó con el nombre de ACID. Las boyas se lanzaron justo después del desprendimiento de ACID del Suroeste de la Isla de Gran Canaria por lo que lo que su tiempo de vida es como mínimo de más de tres meses. De hecho, a la fecha que se escribe estas líneas (17/10/98) la boya cuya trayectoria se muestra en negrita, sigue circulando alrededor de ACID. En una primera etapa de aproximadamente 50 días (hasta el 18 de agosto) las boyas describen órbitas relativamente estables manteniendo sus posiciones relativas respecto al centro del remolino. A partir de aquí, la boya que inicialmente ocupaba la posición intermedia con respecto al centro, Groucho, aumenta notablemente su órbita situándose en su periferia. En esta etapa que podríamos llamar de madurez la otras dos boyas mantienen sus posiciones relativas durante un mes hasta que la más interna, Chico, sufre el mismo proceso que la anterior, aumentando de forma notable su órbita (17 Sep). En una última etapa que podríamos llamar de disipación, las órbitas de Groucho y Chico siguen aumentando durante un mes hasta abandonar a ACID aproximadamente el 9 de octubre. En contraposición la boya que inicialmente era la más externa, Harpo, y cuya trayectoria se señala en negrita, va convergiendo hacia el centro de ACID.

En la figura adjunta donde se muestran la componente zonal (Este-Oeste) de la velocidad de Harpo, se advierte como el periodo de rotación de ACID va aumentando desde los tres día hasta 6 los días a medida que este va envejeciendo. En un análisis más detallado de las órbitas y velocidades se advirtió asimismo como las órbitas se iban tornando más elípticas a medida que ACID envejece. Por otro lado se observó que ACID progresa realizando pulsaciones. Estas pulsaciones se pueden advertir en la figura adjunta mediante una modulación, de un periodo aproximado de 10 días, de la velocidad
zonal. Las pulsaciones se observan claramente en las órbitas de Groucho y Chico durante la fase de disipación.



El Sistema del Dióxido de Carbono en la Región Canigo

J. M. Santana Casiano, M. González Dávila, M. Laglera Baquer y M^a J. Rodríguez Somoza

Departamento de Química. Facultad de Ciencias del Mar. ULPGC

El océano regula el clima terrestre a través del intercambio constante de calor y gases con la atmósfera. De esta manera, el océano atenúa el incremento atmosférico de gases creados por la actividad antropogénica, como el CO_2 que intervienen en la generación del efecto invernadero, a través de las reacciones del sistema del carbono oceánico.

La distribución de carbono inorgánico disuelto en los océanos está controlada por el intercambio gaseoso aire-mar que incluye la incorporación de CO₂ antropogénico (bomba de solubilidad), los procesos biológicos de fotosíntesis, respiración y remineralización (bomba biológica) y la formación y disolución de partículas de carbonato (bomba del carbonato). La distribución regional y estacional de las fuentes y sumideros de dióxido de carbono en la superficie oceánica y su reacción debido a procesos físicos y biológicos, hace que estudios regionales con determinaciones de éstos tres procesos sea la clave para poder entender la perturbación antropogénica en el ciclo del carbono global. Este trabajo multidisciplinar ha sido la base de desarrollo del proyecto CANIGO en la región comprendida entre Canarias, Azores y Gibraltar, presentándose aquí algunos de los resultados obtenidos durante los primeros dos años de vigencia del Proyecto.

Se presentan las distribuciones de pH, alcalinidad (A_T), y carbono inorgánico disuelto (C_T) en diferentes transeptos realizados en la campaña METEOR 37, entre Canarias y Madeira, THALASSA 997 en el Estrecho de Gibraltar y Campañas de corta duración en la estación ESTOC durante los años 96-97.

En la campaña METEOR 37 se observan máximos superficiales de pH y minímos entre 800 y 1000 m coincidiendo con el mínimo de oxígeno y máximo de pCO₂ relacionados con los procesos químicos y biológicos del medio. La presencia de agua Mediterránea se caracteriza por máximos de pH, A_T y C_T en aguas intermedias (alrededor de 1200 m), observándose claramente su influencia por la presencia de un Meddy en el transecto 32°N. Haciendo uso de datos de O₂ y nutrientes (ICCM) se presentan los primeros resultados de determinación de la incorporación de carbono antropogénico en la columna de agua que alcanza los primeros 2500-3000 m. en esta zona.

En el Estrecho de Gibraltar se muestran datos de perfiles verticales de las variables del sistema de carbonato a lo largo de 24 horas de estudio por estación así como datos de la presión parcial del CO_2 en la atmósfera y en las aguas superficiales, indicando claramente que durante el mes de Septiembre de 1997 esta región estaba actuando como una fuente de CO_2 , mientras que en Febrero de 1998 actuaba como sumidero. La variabilidad diaria en la p CO_2 ha sido explicada en función de la variabilidad termodinámica, del intercambio atmósfera océano, de la actividad biológica y de los procesos de mezcla.

En colaboración con el ICCM, nuestro grupo realiza la determinación de las variables del sistema del carbonato en la Estación Europea para Series Temporales Oceánicas en Las Islas Canarias (ESTOC) presentándose aquí los primeros datos obtenidos entre Noviembre 1995 y Enero 1997, que muestran una variabilidad estacional marcada en la concentración de pCO_2 relacionada principalmente con la temperatura superficial.

£

٩.

0

Cálculo por Diferencias Finitas de Corrientes Inducidas por la Marea y el Viento en la Ría de Vigo

C. Souto, L. Fariña, e I. Rodríguez

Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias Dpto. Física Aplicada, Aptdo. 874, 36200 Vigo

La Ría de Vigo es la más meridional de las rías gallegas. Con una superficie de 176 km², está clasificada como un estuario parcialmente mezclado, siendo su característica más importante la división por las Islas Cíes en dos bocas y el aporte de agua dulce de los ríos Oitabén y Lagares. Debido a la gran población que soporta la ria, su dinámica es de gran importancia para sectores tan diversos como la ingeniería de puertos, colectores urbanos, sector pesquero y marisquero, etc.

Una herramienta versátil y económica para el estudio de la ría es la integración numérica de las ecuaciones diferenciales que gobiernan su dinámica (ecuaciones de Navier-Stokes, continuidad, advección-diffusión de salinidad y temperatura y ecuación de estado del mar). La integración numérica permite reproducir la respuesta de la ría a los forzamientos externos a los que está sometida y predecir su evolución a partir de una situación determinada.

El modelo de integración utilizado en este trabajo es el HAMSOM (HAMburg Shelf Ocean Model), desarrollado por el Institut für Meereskunde de la Universidad de Hamburgo, y el departamento de Clima Marítimo de Puertos del Estado. HAMSOM es un modelo baroclínico tridimensional de integración por diferencias finitas, de carácter semiimplícito, que permite introducir los forzamientos de marea, arrastre del viento, aporte y distribución de salinidad y temperatura, calentamiento y evaporación superficial del agua y presión atmosférica.

Como primera aproximación se introdujeron los forzamientos de viento y marea. Para ello se dispone de los datos de velocidad del viento de la estación meteorológica del INM en Finisterre, y de altura de marea del mareógrafo de Puertos del Estado en el puerto de Vigo.

Los resultados del modelo se contrastaron con los datos de corriente y altura de marea obtenidos con un correntímetro doppler, fondeado en la boca norte de la Ría.

Descripción de un Modelo Numérico de Circulación para la Ría de Vigo: Resultados Obtenidos

S. Torres López¹, E. Delhez¹, G. Martin², R. Varela¹

¹ Departamento de Física Aplicada, Universidad de Vigo ² GeoHydrodynamics Environment Laboratory (GHER) University of Liege

En el presente trabajo se describen los primeros resultados obtenidos de un modelo de circulación general aplicado a la Ría de Vigo.

Esta Ría presenta un régimen hidrodinámico característico de estuario parcialmente mezclado muy influenciado por fenómenos meteorológicos que la convierten en un ecosistema altamente productivo. Disponer de un modelo numérico de circulación que pueda servir de base para futuras aplicaciones en otros campos, es, sin duda, una herramienta importante en la gestión adecuada de este ecosistema.

Con este fin, se ha desarrollado un modelo físico para el estudio de la circulación general en la Ría de Vigo, adoptando como base de trabajo el empleado en la plataforma continental del noroeste europeo, desarrollado por el GeoHydrodinamics and Environment Research Laboratory (GHER) de la Universidad de Liège, (Delhez, 1995), y elaborando a partir de este, uno nuevo adaptado a las condiciones peculiares de la Ría.

El modelo 3-D, baroclínico, utiliza distintos pasos de tiempo para resolver, mediante diferencias finitas, las ecuaciones en 2 y 3 dimensiones, (mode-splitting). Emplea una técnica numérica conocida como 'transformada σ ', la cual define una nueva coordenada vertical que permite obtener un rango de variación constante de la profundidad de 0 a 1 y un mismo número de niveles verticales en todo el dominio independientemente de su profundidad real.El cierre turbulento del modelo se basa en la determinación de tres características de los flujos turbulentos la enérgia cinética turbulenta, la longitud de mezcla y la velocidad de disipación de energía turbulenta, para ello utiliza las ecuaciones descritas por Nihoul, (1989).

Se han realizado diversas simulaciones con viento real y cuasi-real, aportes de agua dulce variables y condiciones de contorno fijas en el tiempo. Las velocidades residuales calculadas están en torno a los 3 cm·s⁻¹, similares a las descritas por Fernandez (1992) y Prego (1992). Se advierte claramente en los resultados la presencia de un giro ciclónico detrás de las Islas Cies, ya observado por Fraga, S. (1989).

Bibliografía

- Delhez, E., 1995. La modélization de la circulation résiduelle sur le Plateau Continental Nord-Ouest Européean dans la perspective d'applications pluridisciplinaires. Tesis doctoral.
- Fernández, A., 1992. El fitoplancton en la Ría de Vigo y sus condiciones ambientales. Tesis doctoral.

- Fraga, S., 1989, "Las purgas de Mar en las Rías Bajas gallegas". Cuadernos el Area de Ciencias Mariñas 4:21-44.
- Nihoul J.C.J., 1989. Modelling the general circulation of shelf seas by 3D k- ε models. Earth science reviews, 26:163-189.
- Prego, R., 1992. A simple Model to Calculate the Residual Flows in a Spanish Ría. Estuarine, Cosastal nd Shelf Science, 34: 603-615.

\$

٩.

Los Estudios de Oceanografía Geológica en las Rías Bajas de Galicia

Federico Vilas Martín

Dpto. Geociencias Marinas y O.T. Facultad de Ciencias Universidad de Vigo

El término Ría fue introducido en la literatura de las Ciencias de la Tierra por el geomorfólogo alemán Von Richtofen en 1886. Fue empleado para describir los valles sumergidos, que con forma de embudo en planta, se desarrollan en las costas de NO de la península Ibérica. Este termino también ha sido recogido posteriormente por diversas instituciones científicas europeas y americanas, tal como el Instituto Americano de Geología, que en su Glosario de Geología define el término como valles hundidos e inundados por el mar.

La información que se tiene de este específico medio costero es todavía muy limitada, al menos desde el punto de vista geológico. Por el contrario, y al tratarse de un medio de alta productividad biológica, tal como es el caso de las Rías de Galicia, la información que se tiene desde la óptica de otras disciplinas científicas es considerablemente más amplia. Esta situación, y ante la necesidad de aplicar algún modelo de funcionamiento para las rías, ha dado lugar al empleo del término de Estuario como medio aparentemente más próximo y considerablemente más conocido científicamente.

Los estudios de oceanografía geológica que en los últimos años se llevan a cabo en las Rías Bajas de Galicia, tratan por una parte de esclarecer si el término Ría es adecuado para definir la distribución específica de sedimentos que se presenta en este tipo de medio y si difiere con la establecida en los modelos de distribución de los estuarios. Por otro lado, también se estudia la evolución sedimentaria y su registro, principalmente durante el Holoceno, en relación con los cambios del nivel del mar, identificando cualquier cambio medioambiental significativo producido por perturbaciones naturales o inducidas antropicamente en el ciclo biogeoquímico.

La metodología que más recientemente se ha seguido, (reflejada en la figura adjunta) pretende alcanzar unos objetivos específicos que aporten una información precisa sobre las relaciones causa-efecto. Algunos de los logros han evidenciado cuestiones de marcado interés científico y aplicado: * la existencia de campos de gas biogénico en niveles sedimentarios de los fondos, * la procedencia marina de las fracciones limo/arcilla que tapizan los actuales fondos, * una elevación relativa del nivel del mar durante los últimos 18.000 años que reflejan episodios con características ambientales diferentes (marcadas variaciones de la salinidad, la joven edad de los fenómenos de "upwelling", y el aumento de la tasa de sedimentación en los últimos 700 años por actividad humana) * la formación de algunos minerales autigénicos, tal como la glauconita (considerado como mineral de importancia estratigráfica/sedimentológica) que llevan a replantear el problema de su formación hacia cuestiones fisico-químicas más que a la intervención del parámetro tiempo.



Coupling Physical and Biological Models in Continental Shelf Regions: Status of the Georges Bank CaseStudy

Francisco E. Werner

Marine Sciences Department University of North Carolina Chapel Hill, NC 275993300 USA

1 Introduction

Over the past five years, within the U.S. GLOBEC program, we have conducted a series of model-based studies aimed at understanding the physical and biological processes controlling the abundance of marine animals in time and space. Specifically we have developed circulation models of the Georges Bank, Gulf of Maine and Scotian Shelf region and coupled the physical models with models of early life stages of cod and haddock (the GLOBEC target fish species) and zooplankton including Calanus finmarchicus and Pseudocalanus spp. (e.g., Werner et al. 1993 and 1996, Lough et al. 1994, Lynch et al. 1996 and 1998, Hannah et al. 1997, McGillicuddy et al. 1998).

The Georges Bank area of the Northwest Atlantic (Fig. 1a) was selected as a study site for several reasons, including: (1) Georges Bank is in a boundary region with respect to climate, ocean currents and faunal patterns. Therefore, ecosystems in and around Georges Bank can be expected to be highly sensitive to climatic variability; (2) secondary production on Georges Bank supports a large, commercially valuable fishery; (3) temperatures (and perhaps advective transport) in the region are predicted to change more with climatic variation than are other areas of the North Atlantic; and (4) the circulation on Georges Bank is characterized by a distinctive, regionally closed flow field. The spatial and temporal scales of the circulation patterns enable distinct, tractable populations to develop and persist on site for periods long enough to permit meaningful and logistically feasible study by time-series sampling (U.S. GLOBEC Report No. 6, 1992).

2 Circulation Models

We have developed and implemented a suite of 3D circulation models. These are based on the finite element method for spatial discretization and can be fully nonlinear, operating in tidal time (e.g., Lynch et al. 1996; Greenberg et al. 1997). The model domains include the entire Gulf of Maine and the Scotian Shelf and extend seaward to the 1200m isobath. A principal outcome of these studies has been the computation of 3D circulation, temperature and turbulence fields covering the yearly cycle in six ``seasons" Naimie. 1996; bimonthly (see these are also avilable at http://wwwnml.dartmouth.edu/Data/globec.circ/) within which we have undertaken our larval cod and haddock trophodynamic studies (Fig 1b).



(a) Northern Flank (NF), Eastern Flank (EF), Southern Flank (SF) and Central Cap (CC). Preferred cod and haddock spawning occurs on the Northeast Peak (shaded region).



(b) March-April flow field driven by winds, tides, Scotian Shelf inflow and baroclinicity (from Naimie, 1996; and Werner et al. 1996).

Figure 1: Georges Bank location, place names, bathymetry (in m) and March April flow field.

3 Larval Fish Modeling

We have shown that for late winter/early spring seasons, Georges Bank is most retentive at depths of 20m or greater and shoalward of the 70m isobath (Werner et al. 1993, Lough et al. 1994). Our studies on the larval feeding environment have shown that during late winter/early spring, i.e., prior to the onset of stratification and prey aggregation, effects of turbulence on contactrates and postencounter capture can be significant. Regions within the tidal bottom boundary layer and straddling the 60m isobath, i.e., the same regions that are most retentive with respect to advective losses, were found to produce growth rates comparable to those measured in the field (Werner et al. 1996). Good agreement was also found in a comparison of field- and model derived larval cod and haddock growth rates for late spring conditions during May 1993 and 1994 (Lough et al. 1997). Prey aggregations near the pycnocline were sufficient to offset the need for turbulenceenhanced contact rates to match observed growth rates, suggesting a seasonal shift in optimum growth zones from nearbottom regions during January to March when the water is well mixed, to higher in the water column (near the pycnocline) from April to June after the onset of stratification. In Quinlan et al.(1997) we extended the trophodynamic formulation to include the larval yolk-sac phase and found that microzooplankton and other protozoans can be important during the firstfeeding stages of cod and haddock larvae. In Hannah et al. (1997) we considered the timing and sources of C. finmarchicus from the Gulf of Maine onto Georges Bank and found results consistent with the seasonal variation in on-bank abundances and distributions sampled during MARMAP.

The core of our larval fish model is the standard bioenergetic supplydemand function, in which growth is represented as the difference between the amount of food absorbed by a larva and the metabolic costs of its daily activities. The amount of food ingested is a function of the number of prey encountered, captured and eaten, while the metabolic costs are a function of larval size, ambient temperature, swimming speed, etc. Our formulation (described in Werner et al. 1996) is an elaboration of Laurence's (1985) model, with key enhancements as follows.

Larval prey fields. The prey biomass ingested by the larvae is a combination of the prey types available to the larvae. In Lough et al. (1997) we distinguished 4 prey types (C. finmarchicus, Pseudocalanus spp., Centropages and Oithona) each staged into N1N6 and C1C6 stages; and in Quinlan et al .(1997) we included protozoans as a viable prey type during the yolksac stages.

Prey encounter, ingestion and satiation. Encounters between larvae and their prey are enhanced by local turbulence (e.g., Rothschild and Osborn, 1988; MacKenzie and Leggett, 1991), and are modified by the swimming behavior of the fish larvae (MacKenzie and Kiørboe, 1995). Postencounter ingestion also depends on local turbulence, with high turbulence values decreasing ingestion success, resulting in a domeshaped relationship between ingestion and turbulence (Kiørboe and Sa'iz, 1995).

Light limitation. The effect of light on prey ingestion rates has been studied in the laboratory by Huse (1994), and on Georges Bank by Gallager et al. (1996). For young larvae, ingestion rates were observed to decrease at low and at high light intensities (too much light reduces the required contrast for the larvae to sense their prey).

Temperature. Optimum growth for larval cod and haddock is temperature dependent (e.g., Laurence, 1978; Campana and Hurley, 1989; and Heath and Gallego, 1997). We extended our formulation to include effects of temperature on metabolic costs and ingestion rates and found lower growth rates in warm conditions (? 7 ffi C) when larvae were exposed to identical prey fields. We also found that an increase in prey could offset the lower growth rates at higher temperatures.

Figures 2(a,b) show sample model results comparing the trajectories and fate of larvae (particles) with and without trophodynamic effects. In Fig. 2a the particle trajectories are computed assuming no mortality due to starvation, i.e., losses only due to advection. In Fig. 2b, the larvae (particles) are subject to growth and starvation resulting from variability in their feeding environment (see Werner et al. 1996.)

4 Future Work

The next step in the circulation modeling development aims to produce real-time nowcasts (and forecasts) at sea. The intent is to provide networked capability for assimilating insitu observations (from ship, moored and drifting instruments, as well as remotely sensed observations) into simulation models to provide the best estimate of the physical and ecological state of the ocean; to utilize available atmospheric forecasts to produce a circulation forecast; to examine the implications of the forecast on the ecology; and to guide the adjustment of the experimental protocol to maximize its relevance for cruise-specific goals.

The present formulation of the larval fish individual based model (IBM) is relatively complete and robust, and its formulation readily extended. There remain outstanding issues associated with details of the specification of length scales of turbulence enhanced encounters, larval reactive distance, behavior, prey selectivity, etc., and research into these topics is on-going. Nevertheless, the larval fish IBM has proven successful in reproducing observed growth rates under various conditions and has

allowed the exploration of the spatial and temporal dependence of the distribution of larvae on Georges Bank in relation to specified advective, turbulent and prev fields.





(a) Larval (particle) trajectories in the flow (b) Location of surviving larvae (particles) field show in Fig. 1, without trophodyn- at day 60 postspawn, with trophodynamic amic effects.

effects

Figure 2: Larval (particle) distribution during MarchApril conditions.

Understanding the causes in the variations of fish (and other marine populations) has been the subject of intense study since the turn of the century (Hjort, 1914). One of the main diffi- culties has been the identification of the role of physical factors (e.g., temperature, circulation, turbulence) on short and climatic timescales versus the role of the interactions of target pop-ulations with their prey and predators. Over the next years we hope to synthesize relevant synoptically collected data over the five GLOBEC field years and integrate them into state-of-the-art approaches to the modeling of the physical environment, copepod productivity and their interactions with the target fish species. This combination of approaches will bring us closer to understanding the mechanisms by which biological and physical factors affect observed fluctuations of growth, survival and abundance of Georges Bank cod and haddock. Ultimately this understanding will be necessary for the design and interpretation of long-term, ecosystem monitoring of Georges Bank and for the future management of its resources.

References

- Campana, S.E. and Hurley P.C.F. (1989) An age- and temperature-mediated growth model for cod and haddock larvae in the Gulf of Maine. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 238-251.
- Gallager. S.M., I von Herbing, L Davis and P Altalo. 1996. Yolksac larvae ingest microzooplankton exclusively from natural plankton assemblages on Georges Bank. EOS, 76, pOS196.
- Greenberg, D.A., F.E. Werner and D.R. Lynch (1997) A Spherical Polar Coordinate Version of a Linearized Three-Dimensional Finite Element Ocean Model. J. Atm. Oceanic Tech., 15, 942958.

- Hannah, C.G., C.E. Naimie, J.W. Loder and F.E. Werner (1997) UpperOcean Transport Mechanisms from the Gulf of Maine to Georges Bank, with Implications for Calanus Supply. Cont. Shelf Res., 15, 18874911.
- Heath, M. and A. Gallego (1997) From the biology of the individual to the dynamics of the population: bridging the gap in fish early life stages. J. Fish Biol., 51 (Suppl. A):129.
- Hjort, J. (1914) Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. Rapp. P.v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 20, 1228.
- Huse, I. (1994) Feeding at different illumination levels in larvae of three marine teleost species: cod, Gadus morhua L., plaice, Pleuronectes platessa L., and turbot, Scophthalmus maximus L. Aquacult. Fish. Manag., 25, 687695.
- Kiørboe, T. and E. Sa'iz (1995) Planktivorous feeding in cal and turbulent environments, with emphasis on copepods. Mar. Ecol. Prog. Ser., 122, 135-145.
- Laurence, G.C. (1978) Comparative growth, respiration and delayed feeding abilities of larval cod and haddock as influenced by temperature during laboratory studies. Mar. Biol., 50, 17.
- Laurence, G.C. (1985) A report on the development of stochastic models of food limited growth and survival of cod and haddock larvae on Georges Bank, p. 83450.
 In: G.C. Laurence and R.G. Lough (eds). Growth and survival of larval fishes in relation to the trophodynamics of Georges Bank cod and haddock. NOAA Tech. Mem., NMFSF/NEC36, 83450.
- Lough, R.G., W.G. Smith, F.E. Werner, J.W. Loder, F.E. Page, C.G. Hannah, C.E. Naimie, R.I. Perry, M. Sinclair and D.R. Lynch (1994). Influence of winddriven advection on interannual variability in cod egg and larval distributions on Georges Bank: 1982 vs 1985. ICES mar. Sci. Symp., 198, 356378.
- Lough, R.G., F.E. Werner, J.A. Quinlan, L.J. Buckley, J. VanKeuren, J.P. Manning and C.A. Naimie (1997) Optimum growth zones for cod and haddock larvae in stratified water on Georges Bank in late spring based on a physical trophodynamic model. ICES Int'l Symp. Phys. Biol. Interactions, Baltimore, MD, p11.
- Lynch, D.R., J.T.C. Ip, C.E. Naimie, F.E. Werner (1996) Comprehensive Coastal Circulation Model with Application to the Gulf of Maine. Continental Shelf Research, 16, 875906.
- MacKenzie, B.R. and W.C. Leggett (1991) Quantifying the contribution of smallscale turbulence to the encounter rates between larval fish and their zooplankton prey: effects of wind and tide. Mar. Ecol. Prog. Ser., 73, 149460.
- MacKenzie, B.R. and T. Kiørboe (1995) Encounter rates and swimming behavior of pause-travel and cruise larval fish predators in calm and turbulent environments. Limnol. Oceanogr., 40, 1278-1289.

- McGillicuddy, D.J., D.R. Lynch, A.M. Moore, W.C. Gentleman, C.S. Davis and C.J. Meise (1998) An adjoint data assimilation approach to the estimation of Pseudocalanus spp. population dynamics in the Gulf of Maine--Georges Bank region. Fish. Oceanogr., in press.
- Naimie, C.E. (1996) Georges Bank residual circulation during weak and strong stratification periods prognostic numerical model results. J. Geophys. Research, 101, 64696486.
- Quinlan, J.A., F.E. Werner, S. Gallager, R.G. Lough and L.J. Buckley (1997) Modeling the role of microzooplankton grazing in the feeding environment of yolksac cod larvae. ICES Annual Science Conference, 2530 September 1997, Baltimore, MD, USA. ICES C.M. 1997/T:15.
- Rothschild, B.J. and T.R. Osborn (1988) Smallscale turbulence and plankton contact rates. J. Plankton Res., 10, 465474.
- Werner, F.E., F.H. Page, D.R. Lynch, J.W. Loder, R.G. Lough, R.I. Perry, D.A. Greenberg and M.M. Sinclair (1993) Influence of mean 3D advection and simple behavior on the distribution of cod and haddock early life stages on Georges Bank. Fisheries Oceanography, 2, 4364.
- Werner, F.E., R.I. Perry, R.G. Lough and C.E. Naimie (1996) Trophodynamic and Advective Influences on Georges Bank Larval Cod and Haddock. Deep Sea Research II, 43, 1793-1822.

The Balance of Plankton Respiration and Photosynthesis in the Open Oceans

Williams, P. J. le B.

School of Ocean Sciences, University of Wales, Bangor <u>UK</u> LL59 5EY pjlw@sos.bangor.ac.uk

The biota of ecosystems is sustained by the production and respiration of organic material - the balance between these two processes being net community production. All major ecosystems are open and so may not necessarily be in organic (metabolic) balance. Nonetheless it is difficult to conceive the internal processes of production and decomposition of very large ecosystems, such as the oceans, or even large regional subdivisions, being substantially out of balance - particularly in deficit. An analysis (Ref. 1) of net organic balance of the oceans led to the conclusion that the Oceans as a whole were in slight ($\approx 0.6\%$) organic deficit, this being mainly associated with inshore regions. The open ocean was concluded to be marginally ($\approx 0.2\%$) autotrophic. River input is estimated as 0.034 petamoles C annum⁻¹ of which all but 10% (0.003 petamoles C) are estimated to be deposited along the oceanic margins (Ref. 2). Although there are uncertainties over the aeolian input to the open oceans, a figure of 0.002 petamoles C annum⁻¹ is probably a maximum (Ref. 3) giving a ceiling figure of about 0.005 petamoles C as a whole for the annual input to the open oceans. This figure is to be compared with the massively greater estimate of 5 petamoles C annum⁻¹ for oceanic productivity. ٩.

Three papers have recently analysed data bases of oceanic respiration and photosynthesis, two studies (Ref. 4, 5) using the using the allometric equation $R = aP^b$ (where P and R are respectively the volumetric rates of photosynthesis and respiration) have concluded major regional deficits in the oceanic carbon budget. This conclusions have profound implications for our understanding of the oceanic carbon cycle. An alternative analysis based on depth integrations of individual productivity stations gave no evidence for major systematic imbalances (Ref. 6). As the data sets used in all three studies are similar (Ref. 6) one comes to the conclusion that the discrepancy lies in the form of analysis. This will be discussed at the seminar.

Even if one can demonstrate that the upper parts of the water column to be in balance or in surplus, the major question remains whether any estimated excesses production over consumption in the upper water column are sufficient to sustain export production. Understanding of deep-water metabolism is very poor however a number of studies have attempted to determine export production as a fraction of surface water production. The broad generalisation has been made (Ref. 7) that 10-20% of overlying primary production is exported from the euphotic zone, with the likelihood that a greater percentage is exported in areas of high production than low (ref. 7, 8). The analysis that can be made, leaves no evidence to suggest that the open oceans either as a whole or regionally, are substantially out of organic balance and thus a unrecognised major sink in the global carbon budget. The references in bold are recommended study material

References

- 1) Smith S. V. & Mackenzie, F. T. C. The oceans as a net heterotrophic system: implications from the carbon biogeochemical cycle. *Global Biogeochemical Cycles* 1, 187-198 (1987)
- 2) Hedges, J. I. and Keil, R. G. (1995) Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Mar Chem*, **49** 81-115
- 3) Buat-Ménard, P, Cachier, H and Chesselet, R. (1989) pp251-279 In Riley J.P. and Chester, R *Chemical Oceanography*, Vol 10 pp 404.Academic Press, London
- 4) del Giorgio, P. A., Cole, J. J. & Cimbleris (1997) Respiration rates in bacteria exceed plankton production in unproductive aquatic systems. *Nature* 385, 148-151
- 5) Duarte, C. M. and Agusti, S. (1998) The CO₂ balance of unproductive aquatic ecosystems *Science*. 281 234-236.
- 6) Williams, P. J. le B., The balance of plankton respiration and photosynthesis in the open oceans *Nature* 394 55 57 (1998).
- 7) Berger, W. H., Smetacek, V. S., & Wefer, "Oceanic Productivity and Paleoproductivity" In . *Productivity of the Ocean; Past and Present* (eds Berger, W. H., Smetacek, V. S., & Wefer, G) pp1-34 Wiley, (1989)
- 8) Betzer, P.R., et al. Primary productivity and particle fluxes on a transect of the equator at 153°W in the Pacific Ocean. Deep-Sea Res. I, **31** 1-11 (1984)

Resúmenes de los Pósters

4

£

The Ocean Atlas of Hawaii

P. Flament, S. Kennan, R. Lumpkin, M. Sawyer, and E. Stroup

University of Hawaii

This is a description of the ocean around Hawaii- marine climate, water properties, currents, tides and waves. We are aiming at providing a primary reference for the general public – whether our interest is surfing, sport fishing, yachting, swimming, or simple curiosity, and for the professionals – fishermen, beach guards, civil defense, search and rescue, and ship operators.

Water motions occur over a wide range of time and space scales. At the largest scales are basin-wide currents, the average ocean circulation, slow interannual changes such as El Niño-Southern Oscillation (ENSO), and seasonal variations. At intermediate scales (weeks to months and tens to hundreds of kilometers) are ocean eddies and fronts. Tides have periods from a few hours to a day. Surface waves occur at periods of seconds to minutes. Finally, at the smallest scales of centimeters and seconds, is ocean turbulence – small eddies that eventually mix water properties, much like stirring coffee in a cup. All water motions, except tides and tsunamis, result directly or indirectly from interactions with the atmosphere at the surface, through the horizontal force of the wind, heating or cooling by the air and by radiation, and precipitation and evaporation. Global variations of these processes determine the large scale ocean circulation: local variations shape regional characteristics.

The perturbation of the Canary Current by the Canary Archipelago

A. Hernández-Guerra, J. Arístegui, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, F. Eugenio, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, B. Jiménez, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, J. L. Pelegrí, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà

Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Canary Islands, Spain e-mail: alonso.hernandez@fisica.ulpgc.es

Abstract

The interference of the Canary Archipelago to the Canary Current is a quite unique example of partial blocking of an eastern boundary current. During the last several years the Physical Oceanography Group at the Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Canary Islands, Spain) has undertaken a number of studies to observe the characteristics of the Canary Current during its passage across the archipelago, and to investigate the formation of mesoscalar structures by the islands and their southward These studies include several hydrographic cruises, periodic XBT propagation. observations between the islands, mooring lines, remote sensing images and numerical modeling. XBT observations between the eastern passages of the archipelago, and between the archipelago and the African continental slope, have been done every two months during the last three years. Several hydrographic cruises have also been done to characterize the region south of Gran Canaria Island, one of the central islands of the archipelago. Currently two deep water mooring lines, south of Gran Canaria, are being maintained. The results from these measurements show that there is considerably variability in the flow through the archipelago but suggest a dominant southward condition. Leeward of the islands the flow develops a very complex mesoscalar structure, which frequently interacts with upwelling African filaments, with cyclonic and anticyclonic vortices which propagate southwestward, away from the islands and into the deep ocean. These structures are likely the responsible of the high level of turbulent kinetic energy that has been previously observed in this region. These studies have been carried out through funding from the Spanish government (project Frentes) and the European Union (project Canigo).

Acknowlegment

We acknowledge the support by the European Union (MAS3-CT96-0060) and the Spanish Government (AMB95-0731 and MAR97-1865E)

A Numerical Study on Gran Canaria Island Eddies Generation

B. Jiménez and P. Sangrà

Departamento de Física Universidad de Las Palmas de GC, Canary Islands bjimenez@cicei.ulpgc.es

Satellite and field observations (Aristegui et al. 1994, Deep Sea Research) indicate that cyclonic and anticyclonic oceanic eddies are sequentially spun off from Gran Canaria Island. Two mechanisms has been proposed for Gran Canaria eddies generation. First mechanism is the perturbation of the mean flow (Canary Current) by the island. Canary Current flows NNE to SSW through the Canaries archipelago with reported geostrophic speeds up to 0.3 m/s (Reynold number up to 200), and might be expected to give rise to eddies. As proposed by Barton 1994(Annales Geophysicae), a second mechanism is the eddies generation by wind forcing. Due to trade winds perturbation by the island, strong wind shear lines are generated at the island wake, therefore eddies might be forced by the intense wind stress curl through Ekman pumping mechanism. Preliminary results of a quasi-geostrophic numerical model shows that both mechanisms may operate depending on the relative intensity of the trade winds and Canary Current.

Submittal Information

1.Bárbara Jiménez Douglas. Departamento de Física, Edificio de Ciencias Basicís, Campus Universitario de Tafira, 35017 Las Palmas de G.C.. Spain. Telf. (34)-28-454519.Fax (34)28-452922.E-mail: Bjimenez@cicei.ulpgc.es

2.OA4 Circulation variability at Mesoscale.

3.C Millot

4.Poster presentation.

5. Young Scientist Travel Award

Determinación de las Tasas de Crecimiento en Cultivos Controlados de Daphnia Magna

I. Mayo, J.M. Morales y M. Gómez

Dpto. Biología, Facultad de Ciencias del Mar, 35017- Campus universitario de Tafira Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

El cultivo monoespecífico del crustáceo cladócero <u>Daphnia magna</u>, bajo diferentes condiciones controladas de alimentación y temperatura, permitió la obtención de las curvas de crecimiento, así como la determinación de las distintas tasas de crecimiento (global y diaria).

Se utilizaron tres fuentes de alimento, levadura, pienso inerte (harina de maíz) y un cultivo heterogéneo de fitoplancton. Se realizaron diferentes experimentos y se tomaron medidas diarias del crecimiento en talla y en peso seco de los organismos. Ambos tipos de crecimiento mostraron una clara tendencia exponencial para cada una de las alimentaciones suministradas. Para las curvas de crecimiento en talla, la mayor pendiente y la talla máxima se alcanzó en los organismos alimentados con levadura, mientras que en las de crecimiento en peso la máxima pendiente y el peso máximo correspondió a aquellos alimentados con fitoplancton.

Las tasas de crecimiento mostraron una tendencia a ir disminuyendo durante el período de incubación, independientemente del tipo de alimentación al que estaban sometidos los organismos.

Se obtuvieron valores para los tiempos de generación, la tasa de muda y la influencia de las distintas condiciones de cultivo, así como los valores de producción secundaria.

Bio-Physical Modelling of the Mesoscale Structures Encountered Southwest of the Gran Canaria Island

S. Menvielle, P. Sangrà, and J. Arístegui

Facultad de Ciencias del Mar Tafira Baja, 35017 Las Palmas de Gran Canaria

The archipielago of the Canary Islands is located in the eastern boundary of the North Atlantic Ocean between 100 and 600 kilometers off the African coast. The Canary Islands lie in the path of the relatively weak and cool, southward flowing Canary Current, and are under the influence of quasi-steady, northeasterly Trade Winds.

The oceanic flow is affected by both the disturbing effect of the islands on the current itself and by the indirect effect of the wind on the sea surface, giving rise to eddies and warm wakes downstream of the islands.

Mesoscale structures appear to be originated by two main processes:

-the northeast African upwelling

-the "island mass effect" both presumably enhancing plankton biomass and productivity.

The main objective of the work is to obtain a better understanding of the mesoscale structures involved in the "island mass effect".

Numerical study of the perturbation of the Canary Current past Gran Canaria using a quasigeostrophic homogeneous model was conducted. The problem was posed as a twodimensional, incompressible, viscous geophysical flow passing an obstacle. The model was driven without wind forcing, by a constant irrotational flow prescribed at inflow. This quasigeostrophic model was coupled to a simple biological model. The biological variables have a dye behaviour (constant source). The results show a tracer field associated with the eddy street. A gradient of concentration of chlorophyll is observed downstream the island with higher concentrations appearing at the periphery of the eddies. The second step of the work was to reproduce the annual variation of the mixed-layer depth. This model is coupled to a biological model. We obtained accurate results of the spring bloom in this region.

The last step will be to develop a quasigeostrophic-mixed layer model coupled to a more complex biological model. This will allow differentiation between new production and regenerated production.

References

Aristegui et al. (1997). The influence of island-generated eddies on chlorophyll distribution: a study of mesoscale variation around Gran Canaria. Deep Sea Research, Vol.44, pp 71-96.

- Basterretxea (1994). Influencia de las estructuras oceanograficas mesoescalares sobre la producción primaria en la region canaria. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Camarlengo and O'Brien (1980). Open boundary conditions in Rotating Fluids. J. Comp. Phys., 35, 12-34.
- McCreary et al. (1996). A four-component ecosystem model of biological activity in the Arabian Sea. Progress in Oceanography, 37, 193-240.
- Price et al. (1978).Observation and simulation of storm-induced mixed-layer deepening. J. Phys. Oceanogr., 8, 582-599.
- Price, Weeler, and Pinkel (1986). Diurnal Cycling: Observations and Models of the Upper Ocean Response to Diurnal heating, cooling, and wind mixing. J. Geophys. Res., Vol.91, C7, 8411-8427.
- Sangrá (1995). Perturbación de un flujo geofisico por un obstáculo: aplicación a la isla de Gran Canaria. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

5

Proyecto de un Instrumento para la Calibración de XBT

Elena Ojeda Casillas y Marc Gasser -i- Rubinat

Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Abstract

En las campañas oceanográficas surge la necesidad de verificar el buen funcionamiento de los XBT antes de su lanzamiento. Además, para determinados estudios también resulta imprescindible calibrar las medidas de estos con un instrumento de referencia. Los autores discuten las características técnicas y operativas que debe reunir un aparato de este tipo, y proponen un diseño adecuado para su uso ya sea en tierra como a bordo de un barco, por personal con una preparación mínima.

Características Oceanográficas en el Área de las Islas Canarias a partir de Sensores Remotos: NOAA y SeaWIFS.

C.Padrón, P.Virumbrales, S. Rodríguez, F. Machín, y E. Fraile

Departamento de Física de la U.L.P.G.C.

Resumen

La utilización de los sensores remotos NOAA y SEAWIFS constituyen en nuestro caso, una herramienta muy potente en los estudios oceanográficos.

Mediante el primero de ellos obtenemos información de la temperatura superficial del agua de mar a partir de las bandas del infrarrojo. Mientras que el segundo y más reciente Seawifs, nos proporciona datos en el rango del visible, indicándonos diferentes concentraciones de clorofila asociadas con los organismos productores.

La presencia de estructuras mesoescalares en el área de las islas Canarias modificará la distribución de los parámetros anteriores (temperatura y clorofila), pudiendo así reconocer las distintas estructuras de interés oceanográfico.

Estructuras Mesoescalares Intensas en Las Islas Canarias

C. Padrón, P. Virumbrales, S. Rodríguez, F. Machín y E. Fraile

Departamento de Física Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

En el mes de septiembre del año 1998 se llevó a cabo el proyecto organizado por el instituto Español de Oceanografía (I.E.O.) de Sta Cruz de Tenerife a bordo del N/O Thalassa Nantes (Hispano-Francés), BIOCAN'98 en aguas del Archipiélago Canario.

Se realizaron un total de 157 estaciones, distribuidas en dos etapas:

a.- Estudio de las estructuras mesoescalares en las islas occidentales, donde fueron localizados dos remolinos asociados a La Palma, uno ciclónico de considerables dimensiones y otro anticiclónico; y un tercer remolino de reciente formación asociado a La Gomera.

b.- Estudio de un filamento procedente del afloramiento Canario-Sahariano que alcanzaba el Sur de Gran Canaria, interaccionando con el remolino anticiclónico asociado a esta isla.

Coupling between the Canary Current and the Upwelling System off Northwest Africa

J. L. Pelegrí, A. Antoranz, J. Cisneros-Aguirre, C. Gordo, L. García-Weil, D. Grisolía, A. Hernández-Guerra, I. Láiz, A. Marrero, A. Martínez, M. Pacheco, P. Pérez-Rodríguez, A. Rodríguez-Santana, A. Ratsimandresy, and P. Sangrà

Departamento de Física, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Canary Islands, Spain e-mail: joseluis.pelegri@fisica.ulpgc.es

Abstract

Deep ocean studies of the Canary Current suggest the existence of an eastern branch of this current which recirculates southward along the African continental slope and platform. During the last three years the Physical Oceanography Group at the Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Canary Islands, Spain) has undertaken several efforts to corroborate the existence of this branch and to investigate its characteristics, in particular its interaction with the upwelling current system off northwest Africa. These studies include XBT measurements, hydrographic cruises, drifters and modeling. Three XBT lines have been maintained with a quarterly periodicity between the Canary Islands and the southern tip of the Iberian Peninsula, and between the Canary Islands, Madeira and the western part of the Iberian Peninsula. These lines, together with standard T-S algorithms developed for the region, allow us to appreciate the clockwise recirculation pattern of the Canary Current and its seasonal variability, and have confirmed the presence of significant onshore flow between the Straits of Gibraltar and Cape Ghir. Two hydrographic cruises between the Iberian Peninsula and the Canary Islands, with special emphasis on the region of the Cape Ghir filament, have been done to investigate how the eastern branch onshore flow recirculates along the African slope and flows back into the deep ocean. The results show the presence of both vertical and horizontal circulation cells at several levels, and confirm the importance of the filament as a mechanism for intermittently returning eastern branch water into the deep ocean. Preliminary numerical studies point at the importance of an adequate representation of this region by showing the potential influence of different boundary conditions on the circulation in the subtropical northeastern Atlantic Ocean. These studies have been carried out through funding from the Spanish government (project Frentes) and the European Union (project Canigo).

Aknowledgment

We acknowledge the support by the European Union (MAS3-CT96-0060) and the Spanish Government (AMB95-0731 and MAR97-1865E)

Análisis Preliminar de la Capa Límite de Fondo Asociada a un Talud

Pilar Pérez-Rodríguez y Jose Luis Pelegrí

Departamento de Física, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira 35017 Las Palmas de Gran Canaria

La capa límite de fondo, CLF, en la cual las propiedades se encuentran verticalmente homogéneas, es la región de la columna de agua adyacente al lecho marino. El origen de la CLF reside en el trabajo realizado por la fuerza de fricción en el fondo, ocasionando la transformación de energía cinética en energía potencial. Desde el punto de vista cinemático la homogeneización vertical es necesaria para garantizar que el flujo de densidad en la dirección normal al fondo sea cero.

La CLF sobre un talud continental presenta un espesor que en ocasiones excede los 100m (Thorpe, 1987; Thorpe et al, 1990), característica que ha sido observada en la región de Canarias por el Grupo de Oceanografía Física de la U.L.P.G.C.. La importancia de examinar las propiedades de la CLF sobre un talud continental radica en que puede determinar la circulación sobre la plataforma y talud continental. Ello, a su vez, tiene importantes implicaciones en cuanto al transporte de carbono y sustancias residuales, vertidas generalmente por la actividad antropogénica, desde la plataforma al En este sentido destaca el trabajo de la Mineral Management océano profundo. Services (MMS) y del Departamento de Energía de EEUU (DE) dirigido al estudio de la transferencia de agua y sedimentos hacia fuera de la plataforma continental de la costa este de EEUU. Entre los programas de experimentos y toma de medidas hay que señalar el programa MASAR (Mid Atlantic Slope and Rise) realizado por el MMS (Brown et al., 1987; Csanady y Hamilton 1988) y también los programas SEEP (Shelf-Edge Exchange Processes) del DE (Continental Shelf Research, volumen 8, 1988) y el programa SYNOP (varios volúmenes de la revista, The Synoptician, editada por Thomas Rossby de la universidad de Rhode Island).

Para un análisis preliminar del problema, se han tomado datos hidrográficos de temperatura y salinidad del área de las islas Canarias y sus proximidades, obtenidos de fuentes como el CINECA, NODC, y campañas realizadas por el equipo de la ULPGC. En la figura 1 se muestra una sección donde se observa claramente la desviación de las isotermas cerca del fondo en la zona del talud, en concordancia con el requerimiento de que el flujo de densidad debe hacerse cero en la dirección normal al fondo. Con el fin de evaluar la importancia de la CLF sobre la dinámica de la región del talud se han examinado diversos campos de densidades teóricos, en los que se ha hecho variar la inclinación de las isopicnas.

A partir de estos campos de densidades, tanto reales como teóricos, se estiman las velocidades geostróficas asociadas, prestando especial cuidado al definir la velocidad de referencia y las condiciones de contorno. El proceso se realimenta pues las velocidades sobre el talud modifican los procesos de mezcla que por otro lado alteran las propiedades de la CLF.

También es importante examinar el papel de la CLF en la difusión turbulenta de masa y otras propiedades hacia el océano interior (Garret, G., et al. 1993). El coeficiente de difusión vertical del calor en el océano interior, Kv, es del orden de 10^{-5} m²/seg, cuando en realidad se necesita un Kv $\approx 10^{-4}$ m²/seg para mantener la estratificación y distribución de propiedades existente. Se propone que es a través de los bordes, de la CLF, como se obtiene este exceso de difusión.

La importancia de la CLF en lo relativo a la intensificación de la mezcla vertical efectiva sobre toda una cuenca oceánica se ha visto recientemente apoyada en distribuciones detalladas de los coeficientes de difusividad (Polzin et al., 1997). En estas distribuciones se aprecia como este coeficiente se incrementa notablemente sobre zonas en las cuales la topografía es rugosa (montañas submarinas de centenares de metros). En estos casos cabe esperar que los intensos flujos de densidad se originen en la CLF, desde ésta hacia el océano interior a lo largo de las isopicnas. Cerca del fondo oceánico estos flujos epipicnos deben ser convergentes, ocasionando transporte de masa a través de las superficies de densidad (diapicno). Se puede concluir que el estudio de la capa límite de fondo es de considerable importancia no solo por su impacto potencial en las distribuciones de densidades y velocidades en zonas cercanas al talud sino también por su efecto indirecto sobre los flujos diapicnos de densidad en el océano interior.



Figura 1. Campo de temperatura que se presenta en una sección perpendicular a la costa al este de Gran Canaria. Se observa claramente la desviación de las isotermas cerca del fondo.

Agradecimientos

Se agradece la financiación del gobierno espanol a través del proyecto TALUD del programa CYTMAR (proyecto MAR96-1893)

Referencias

- Csanady, G.T., Physical basis of coastal productivity, EOS Transactions, 71, 1060-1065,1991.
- Csanady, G.T., The pressure field along the western margin of the North Atlantic, Journal of Geophysical research, 84, 4905-4915, 1979.
- Csanady, G.T., Pelegrí J.L., Vorticity balance of boundary currents, Journal of Marine research, 53, 171-187, 1995.
- Garret, G., MacGready P., Rhines P., Boundary mixing and arrested Ekman layers rotating stratified flow near a sloping boundary, Annual Review of fluid mechanics, 25, 291-323. 1993.
- Ledwell J.R., Watson A.J., Law C.S., Evidence for slow mixing across the pycnocline from an open ocean tracer realease experiment. Nature, 364, 701-703. 1993.
- Polzin, K.L., Toole J.M., Ledwell J.R., Schmitt R.W., Spatial variability of turbulent Mixing in the abyssal Ocean. Science, 276, 93-96, 1997.
- Thorpe S.A., Current and temperature variability on the continental slope, Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 323, 471-517. 1997.
- Thorpe S.A., Hall P., White M. The variability of mixing at the continental slope, Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 331, 183-194. 1990.

Características Dinámicas de una Zona Frontal

P. Pérez-Rodríguez, J.L. Pelegrí, A. Marrero y A. Rodríguez-Santana

Departamento de Física, Facultad de Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira 35017 Las Palmas de Gran Canaria

El análisis dinámico de datos hidrográficos en la región del frente de Cabo Verde han dado lugar a los resultados que presentaremos a continuación. Los datos empleados se obtuvieron en las campañas de Atlor2 realizada en marzo de 1973 y Atlor7 llevada a cabo en noviembre de 1975, cuyos resultados fueron analizados por Fraga y Manríquez y Manríquez y Fraga, respectivamente, con el fin de estimar las proporciones de masas de agua a partir de diagramas T-S.

Se han representado las distribuciones de la salinidad, densidad y nitratos en coordenadas verticales, y de la salinidad y nitratos en coordenadas isopicnas, tanto para varias secciones verticales (perpendiculares y paralelas a la costa) como sobre superficies de profundidad y densidad constante, como paso preliminar. Los datos cubren una franja de unos 200 km de ancho a lo largo de unos 500 km de costa, en la región del afloramiento, pero contienen dos secciones perpendiculares a la costa de unos 450 km de largo. Estas secciones de mayor longitud permiten localizar la posición del frente de Cabo Verde, o frontera entre Agua Central del Atlántico Norte (NACW) y Agua Central del Atlántico Sur (SACW).

En la distribución de la salinidad sobre la secciones H1 y H2 (coordenadas verticales) se detectan intensos gradientes horizontales de densidad en los 300 m superficiales, gradientes que alternan en signo sugiriendo que el frente es considerablemente sinuoso. La posición del frente puede determinarse a partir del criterio histórico de la intersección entre la isolinea de salinidad 36.0 ppm y la profundidad de 150 m dado por Zenk et al. Los gradientes de densidad, sin embargo, son considerablemente menores, debido al carácter compensatorio de la salinidad y temperatura en esta zona. La posición del frente se puede apreciar de forma mucho más clara a partir de las distribuciones de la salinidad y nitratos en coordenadas isopicnas, donde además se observa con claridad como este frente inhibe el intercambio de las propiedades del agua.

También se han representado la distribuciones de la salinidad y nutrientes a diversas profundidades (100 m, 250 m y 500 m) y sobre diversas superficies isopicnas (σ_t =26.5, 26.8 y 27.1). En todas ellas son claramente visible los fuertes gradientes horizontales/isopícnicos que caracterizan la presencia del frente, coincidentes con la posición del frente de acuerdo al criterio de la posición de la isohalina 36.0 ppm a 150 metros. La relativa poca pendiente de las isopicnas y el efecto barrera del frente al intercambio epipícnico ocasionan que las distribuciones a un nivel dado sean muy similares a las distribuciones sobre la isopicna más cercana.

En la distribución de la velocidad geostrófica (referida a 1000 m) sobre las secciones H1 y H2 en coordenadas isopicnas puede apreciarse que en la mayoría de los casos el NACW está caracterizada por velocidades del norte mientras que el SACW viene asociada con velocidades del sur. En algunas ocasiones, sin embargo, esta asociación no existe, lo que sugiere la existencia de movimientos advectivos de toda la zona frontal.

El cálculo de las líneas de flujo correspondientes al transporte referido a los niveles de 400 m y 800 m integrados desde la estación más costera, sugiere una clara asociación entre la posición del frente y la dirección del flujo, fundamentalmente tangente al frente.

Finalmente se han determinado las posiciones superficiales de las isotermas de 21,5 y 25,5 °C en marzo y noviembre, extraídas de 4 años de imágenes de satélite dadas por L. Van Camp y N. Jewell, con el fin de estudiar el gran desplazamiento meridional de estas isotermas que contrasta con la variabilidad a mucho menor escala del frente de Cabo Verde.



٩.

Se agradece la financiación del gobierno espanol a través del proyecto TALUD del programa CYTMAR (proyecto MAR96-1893)

Bibliografía

- [1] F. Fraga y M.Manríquez, Hidrografía de la región de afloramiento del noroeste de África. Datos básicos de la campaña Atlor II del Cornide de Saavedra. Res. Exp. Cient. B/O Cornide, 3, 67-87, 1974.
- [2] M. Manríquez y F. Fraga, Hidrografía de la región de afloramiento del noroeste de África. Campaña Atlor VII. Res. Exp. Cient. B/O Cornide, 7, 1-32, 1978.
- [3] M. Manríquez y F. Fraga, The distribution of water masses in the upwelling region off Northwest -frica in November. Rapp. P. V Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 39-47, 1882.
- [4] F. Fraga, Distribution des masses déau dans lúpwelling de Mauritanie. Thetys, 6, 5-10, 1974
- [5] W.Zenk, B. Klein y M. Schroder, Cape Verde Frontal Zone. Deep-Sea Research, 38,S1, s505-s530., 1991.

[6] L. Van Camp y N. Jewell, Time series of monthly maximum sea surface temperature for the Central East Atlantic Ocean as derived from infrared satellite observations. Joint Research Center, 1990.

S.

Cinética de Oxidación del Fe(II) en el Medio Marino. Efecto de la Materia Orgánica

Mª J. Rodríguez Somoza, J. M. Santana Casiano y M. González Dávila

Departamento de Química. Facultad de Ciencias del Mar. ULPGC

Los metales traza en las aguas naturales participan en un amplio rango de reacciones químicas y biológicas. La biodisponibilidad y toxicidad de los metales se ve afectada por su estado de oxidación y por su especiación. El hierro es necesario para el crecimiento de los organismos, este elemento es importante, desde el punto de vista biológico, porque juega un papel esencial en la fotosíntesis (ferrodoxinas) y porque es un nutriente limitante para el fitoplancton en algunas regiones de océano abierto, actuando como centro activo de proteinas como las oxidasas, reductasas y deshidrasas. El Fe(II) es soluble en la mayoría de las aguas naturales y puede ser directamente utilizado por los organismos. En aguas óxicas con pH de 7 a 8 el Fe(II) se oxida rápidamente a Fe(III), esta forma es menos soluble y es eliminada rápidamente de las aguas superficiales, donde es necesario para el crecimiento de los organismos. Sin embargo, en presencia de materia orgánica la cinética de oxidación de Fe(II) a Fe(III) puede alterarse, como sugieren algunos autores, indicando que parte del hierro puede quedar complejado con la materia orgánica en forma de Fe(II).

En este poster se presentan los estudios preliminares realizados sobre la cinética de oxidación de Fe(II) en presencia de materia orgánica. Se muestra como varía la constante de velocidad de oxidación del hierro en presencia y ausencia de materia orgánica. Algunos compuestos orgánicos pueden retardar la cinética de oxidación del proceso debido a la formación de un complejo estable con el Fe(II) o aparentemente acelerarla debido a la oxidación de Fe(II) a Fe(III) y formación de un complejo inestable Fe(III)-compuesto orgánico que vuelve a generar el Fe(II) estableciendose un proceso competitivo entre la oxidación del hierro y complejación del mismo que se verá fuertemente influenciado por el pH del medio que determinará la especiación del Fe(II) y del Fe(III), como ocurre con la cisteína. Este componente reduce el Fe(III) y al mismo tiempo cataliza el proceso de oxidación del Fe(II) en presencia de oxígeno.

En este poster se muestra además, el efecto que los parámetros Químicos-Físicos, pH, T y fuerza iónica tienen sobre la oxidación de Fe(II) en presencia de la cisteína, que permiten determinar ecuaciones generales que describen en comportamiento del proceso bajo condiciones generalmente encontradas en las aguas naturales y oceánicas.

Diseño, Construcción y Montaje de un Derivador Subsuperficial

Joaquín Salvador Castiella

Ciencias del Mar Universidad de Las Palmas Gran Canaria

El póster que se va a exponer consta de tres partes.

Información y diseño: En esta parte se detallarán, por un lado los centros de investigación con los que se contacté así como los diversos artículos que sirvieron de apoyo para realizar el diseño, las empresas consultadas y por otro lado el proceso de elección de los materiales que se consideraron idóneos explicando el porqué del diseño elegido.

Se pondrán fotografías o dibujos de los distintos tipos de derivadores subsuperficiales que existen en el mercado así como los diseñoos caseros a los que se ha tenido acceso.

Construcción : Aquí se explicará, con ayuda de fotografías, el proceso de construcción del derivador, resaltando cada uno de los detalles de interés especial, y dando algún reseña anecdótica sobre los distintos contratiempos que iban surgiendo y de cómo se solucionaron.

Montaje: Con ayuda de las fotografías tomadas durante la campañaa se explicará aquí el proceso de montaje, y posterior botadura del derivador.En este último apartado se introducirá una sección el la que se describirán los problemas que presenta el diseño a juicio del constructor y los agradecimientos pertinentes.

Ondas Internas de Marea en el Talud Insular de Gran Canaria

P Sangrà, G. Basterrechea, J.L. Pelegrí, J. Arístegui

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Durante la última semana de Octubre y primera de Diciembre de 1994 se llevó a cabo en aguas del Sur de Gran Canaria una campaña oceanográfica interdisciplinar cuyo objetivo era explicar los altos valores de productividad y biomasa detectados en este área. Estudios previos, sugirieron que este fenómeno podía estar relacionado con la generación y mezcla producida por ondas internas de marea. De este modo, la campaña se diseño con el objetivo de detectar la señal de ondas internas de marea.

En la Figura 1a se muestra el área general de la campaña, localizada en la costa Suroccidental de Gran Canaria y extendiéndose sobre el talud insular. El área de estudio (Figura 1b) cubre una región de 30 km en la dirección NW-SE y de 25 km en la NE-SW. La batimetría del aréa investigada muestra un fuerte talud insular delimitado por la isóbatas de 100 y 2100 m. El límite de la plataforma insular se extiende a lo largo de la isobara de 100 m. La campaña fue divida en cuatro diferentes muestreos. En la Figura 1c se representa los distintos periodos de muestreo a lo largo de la campaña junto a la evolución de la onda barotrópica de marea.

Durante el primer periodo de muestreo, desde el día 29 al día 31 de Octubre, se realizó una estación "yoyo" en un punto localizado en el borde de la plataforma insular (Figura 1b). Durante tres ciclos de marea se realizaron perfiles verticales de CTD y velocidad; un perfilecada hora. La medidas se obtuvieron con una sonda que incorpara sensores de conductividad, presión y temperatura (CTD) junto a un correntímetro acústico. El objetivo de este primer muestreo fue identificar la señal de ondas internas de marea a través de la oscilaciones temporales de la picnoclina.

En segundo lugar se emprendió un muestro hidrográfico cubriendo el área de estudio con un total de 45 estaciones (señaladas por puntos en la Figura 1b). El objetivo del muestreo fue detectar posible zonas de mezcla producidas por la generación de ondas internas de marea. A continuación se realizó una radial con sondas XBT (expendable bathytermographs) a lo largo del talud insular con el objetivo de obtener una imagen cuasi-instantánea de la estructura vertical de la columna de agua y poder así detectar la señal espacial de ondas internas de marea (Figura 1b). Finalmente se realizó una segunda estación yoyo a lo largo de cuatro ciclos de marea.


Figura 1

Las observaciones inferidas a apartir de la estaciones yoyo realizadas en el borde de la plataforma insular muestran oscilaciones semidiurnas de la picnoclina indicando la generación de ondas internas de marea. Asimismo, también se han observado oscilaciones secundarias de mayor frecuencia que han podido formarse bajo la acción de procesos no lineales y de la dispersión (figura 2 a,b).

En el seno de la picnoclina se han observado regiones donde el gradiente de Richardson cae por debajo del valor critico de 1/4, indicado que se produce mezcla debido a ondas internas de marea. Los procesos de mezcla erosionan la estructura de la picnoclina y arrastran agua desde la capa de mezcla superficial hacia la capa ocupada por la picnoclina (figura 2c).

En el área del talud insular se han detectado regiones homogéneas de agua densa rodeadas de aguas más ligeras donde los gradientes horizontales son más intensos (figura 3 a). Los perfiles verticales de temperatura realizados a través de la región de agua densa muestran la señal de ondas internas cuya energía se propaga hacia la superficie desde el borde de la plataforma insular (figuras 3 b,c). Ello puede sugerir que dicha región se ha originado debido a la mezcla producida por las ondas internas.

ŝ.

3



Figura 2



Figura 3

Salidas de Prácticas en el Corvette

A. Sestayo de la Cerra, E. Pallàs Sanz, L. Nordström Izquierdo, L. Alou Valero S. Vallina Fernández y M. Gasser i Rubinat

Facultad de Ciencias del Mar, U.L.P.G.C, Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

La idea de este póster pretende ser dar a conocer algunas actividades que tienen lugar en la Facultad de Ciencias del Mar, tales como las salidas de prácticas de barco que tuvieron los alumnos 3^{er} curso a bordo del *Corvette* en noviembre de 1.997 y, previsiblemente, también durante el curso 98/99. El propósito de dichas salidas fue la familiarización con los métodos de medición y aparatos oceanográficos y su aplicación en una campaña real de seguimiento de los remolinos que se forman al sur de Gran Canaria como consecuencia de la perturbación que causa la isla a la corriente en su flujo hacia el sur.

Se pretende dar una introducción teórica muy básica acerca de la formación de tales estructuras oceanográficas para enlazarla seguidamente con la metodología empleada en su estudio, que, concretamente, se trató de un CTD que llevaba asociado un fluorímetro (medidor de clorofila) y una malla de recogida de zooplancton. Con lo que se presentará una descripción física de la situación y su consecuente relación con la biología de la zona; en especial, con la elevada biomasa de zooplancton hallada.

Todo ello irá acompañado de fotografías tomadas en las campañas y una serie de gráficos; como, por ejemplo, el tomado por el CTD en la columna de agua, donde se observa claramente el remolino ciclónico encontrado en las salidas de 1.997.

Conclusión

El objetivo primordial de este trabajo es mostrar un ejemplo muy sencillo en el que intervienen, incluso, los alumnos, de la investigaciones llevadas a cabo en la Facultad. Con esto, se pretende que el resto de la Sociedad conozca el trabajo real de esta Facultad para tratar de corregir la idea que, debido a la desinformación y a las equivocadas opiniones, de ella se tiene.

Consideramos que el ambiente universitario está aislado del resto de la comunidad. Se debería interaccionar más con ella mediante actividades de este tipo u otras más lúdicas para abrir al gran público un área tan de interés y en alza como las ciencias marinas.

Diagnóstico de Velocidades Verticales en un Frente Oceánico

Pedro Vélez y Joaquín Tintoré

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB) Palma de Mallorca, España

Durante el Otoño de 1996 cuatro muestreos de alta resolución fueron llevados a cabo en una misma zona del oeste del Mar de Alborán. Los datos incluyen perfiles hidrográficos obtenidos con una batisonda de muestreo continuo (*SeaSoar*) así como perfiles de velocidad *ADCP*, fluorescencia, nutrientes y trayectorias de boyas Lagrangianas. En este estudio presentamos los resultados de los datos hidrológicos y las velocidades verticales diagnosticadas usando dos técnicas diferentes.

La zona de muestreo esta caracterizada por un frente de densidad en los primeros 200m con gradientes de hasta $2.\sigma_t$ en 20km. Asociado a este frente existe una corriente con velocidades máximas de 120cm/s. El número de Rossby en la zona es del orden de 0.3, siendo, por tanto, aplicable la teoría cuasi geostrófica. Como es habitual en el área, una estructura anticiclónica, conocido como Giro Oeste de Alborán, fue encontrada al sur de la zona del muestreo. La existencia de cuatro muestreos de alta resolución nos ha permitido observar una variabilidad significativa, tanto espacial en escalas del orden del radio de Rossby, como temporal.

Las dos técnicas usadas en el diagnóstico del campo de velocidad vertical son: formulación en vector-**Q** de la ecuación omega cuasi-geostrófica y asimilación dinámica en un modelo de ecuaciones primitivas. Se han encontrado velocidades verticales con valores máximos de 70 m/día a 100m. Comparación entre los dos métodos de diagnóstico resulta en una sobreestimación de la velocidad vertical por parte de la teoría cuasi-geostrófica, con diferencias medias de 8m/día a 100m. A pesar de estas discrepancias, existe un acuerdo general en la distribución de las velocidades verticales. El campo de velocidades verticales esta caracterizado por un meandro de larga escala (50km) con subsidencia corriente abajo de la alta de presión y afloramiento corriente arriba. Las trayectorias calculadas muestran desplazamientos verticales de 30-50m sobre un periodo de 2-3 días para partículas inicialmente a 100-150m, mientras que partículas en los primeros 70m muestran desplazamientos verticales de menos de 15m. Los ordenes de magnitud de las velocidades verticales diagnosticadas y las medidas con las boyas Lagrangianas están acuerdo.

Lista de Talleres

٩.

-

J.S. Castiella¹, A. Antoranz², L.M. Laglera³, J.G. Basterretxea⁴, C. Almeida⁴

¹Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC

² Grupo de Oceanografía Física, Departamento de Física, ULPGC

³ Grupo de Oceanografía Química, Departamento de Química, ULPGC

⁴ Grupo de Oceanografía Biológica, Departamento de Biología, ULPGC

Este taller se desarrollará en los laboratorios de Oceanografía Física, de Química Marina y de Oceanografía Biológica, y se mostrarán las principales características de algunos instrumentos utilizados para la adquisición de datos en Oceanografía.

En el Laboratorio de Oceanografía Física:

- Se describirá el montaje y la adquisición de datos de Boyas a la deriva.
- Se indicará como se adquieren y se analizan los datos obtenidos con un correntímetro perfilador acústico Doppler (ADCP).

En el Laboratorio de Química Marina se describirán los siguientes instrumentos:

- Equipo de determinación potenciométrica de alcalinidad.
- Medida espectrofotométrica de PH de agua de mar.
- Medida de la presión parcial de CO_2 en continuo.

En el Laboratorio de Oceanografía Biológica se describirán los siguientes instrumentos:

- Red de zooplacton.
- CTD y fluorímetro.
- Fluorímetro Turner Designs.
- Analizador de imágenes de plancton.
- Analizador de carbono inorgánico.
- Analizador de carbono orgánico disuelto.

Diseño de una Campaña Oceanográfica Tratamiento de Datos

P. Sangrà, C. Gordo, A. Antoranz, A. Marrero y J.M. Cortés

Grupo de Oceanografía Física, Departamento de Física, ULPGC

Se comienza este taller indicando los pasos que deben seguirse así como los factores que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar una campaña oceanográfica.

La segunda parte de este taller se dedica al procesamiento y representación de los datos obtenidos en una campaña oceanográfica.

- Para el procesamiento de los datos se utiliza el SEASOFT, del que se describen sus módulos y se realiza un ejemplo práctico de datos tomados con un CTD Sea-Bird. Posteriormente se muestra la posibilidad de tratar datos con este Software aun cuando hayan sido tomados con otros instrumentos. Por último, se genera un fichero BAT que permite procesar al de una sola vez bastantes de ficheros de datos.
- En cuanto a la representación de los datos utilizaremos el Golden Software para generar de forma automática diferentes perfiles, radiales, topografía de diferentes superficies isotermas y cortes horizontales a diferentes profundidades.

2