



**Instituto Austral de Verano XV (ASI XV)**  
**Química Orgánica, genómica y ecuaciones como herramientas para entender el océano**

Departamento de Oceanografía y Programa COPAS Sur-Austral  
Universidad de Concepción, Chile  
Enero 2015

**Curso: Análisis de series de tiempo en ciencias biológicas y marinas**

**Dr. (c) Rodrigo Montes**

**Duración**

Veinte (20) horas teóricas y veinte (20) horas prácticas distribuidas en cinco (5) sesiones cada una. La última sesión de cinco (5) horas se encuentra destinada a la evaluación del curso.

**Público Objetivo**

Profesionales ligados al área de la biología, biología marina, oceanografía, pesquerías, ecología marina, ingeniería ambiental, ciencias agropecuarias, incluyendo a todos aquellos profesionales relacionados con las ciencias del mar.

**Objetivo General**

Proporcionar al alumno la información teórica y habilidades prácticas necesarias para la utilización de las herramientas tradicionales utilizadas en el análisis de series de tiempo y de otras técnicas estadísticas de gran utilidad cuando el tamaño de las series analizadas invalida la utilización de técnicas clásicas. El curso se encuentra diseñado en base al análisis de casos de estudios reales y simulados de modo que reproduzca adecuadamente los problemas a que nos enfrentamos diariamente al analizar bases de datos biológicas, ambientales o de recursos marinos explotados. Se utilizará el software estadístico de distribución gratuita R (R Development Core Team 2005) no siendo necesario conocimientos previos de este para su aplicación durante el curso.

**Objetivos Específicos**

- Al final del curso el alumno será capaz de identificar el modelo y/o herramienta adecuada para el análisis de series de tiempo de acuerdo a las características de estas y a los objetivos planteados originalmente.
- Comprender la teoría y los conceptos estadísticos básicos utilizados en el análisis de series de tiempo.
- Aplicar los principales modelos y herramientas analizadas durante el curso a series de tiempo reales e interpretar en forma adecuada los resultados obtenidos.

## Requisitos

Cada alumno debe poseer un computador portátil con el cual realizará las secciones prácticas del curso ya sea en forma individual o grupal. Se requiere una actitud proactiva del alumno sobre todo si este no tiene conocimientos previos en análisis de series de tiempo y/o la utilización rutinaria del software R.

## Contenido General

**Día 1.** Introducción: Conceptos de tiempo y frecuencia. Estocasticidad, estacionariedad, ergodicidad, ensambles. Conceptos fundamentales: media, varianza, covarianza, autocovarianza y auto-correlación, procesos estacionarios y no estacionarios, ruido blanco (estadísticos de Box-Pierce, Ljung-Box), tendencias lineales y estacionales, periodicidad, tamaño de muestra mínima, número de observaciones independientes. Análisis de gráficos. Repaso de análisis de regresión lineal simple. Ecuaciones normales. Criterio de información de Akaike (AIC).

**Día 2.** Transformaciones en series de tiempo. Varianza estable, series de tiempo con distribución normal. Función de auto-correlación simple y parcial. Observaciones faltantes. Filtros: medias móviles, diferenciaciones, etc. Operador nabla y preblanqueo. Modelos estacionarios autoregresivos (AR), modelos estacionarios de medias móviles (MA), y modelos autoregresivos y de medias móviles integrados (ARIMA). Parametrización en R. Análisis de residuos. Análisis de gráficos. Análisis de casos de estudio con series de tiempo reales.

**Día 3.** Estimación de parámetros en modelos AR, MA y ARIMA. Análisis de códigos. Análisis en el dominio de las frecuencias. Periodograma, densidad espectral, separación e identificación de frecuencias, etc. Uso de la transformada rápida de Fourier (fft). Ejemplos de aplicaciones usando datos oceanográficos. Interpretación de gráficos. Análisis de casos de estudio con series de tiempo oceanográficas a nivel mundial (ENSO, SST) y a escala local (series de tiempo COPAS Sur-Austral).

**Día 4.** Modelos y herramientas para la estimación de memoria a largo plazo (Taqqu & Teverovsky, 1998; Beran et al. 2013). Series de tiempo con memoria a largo plazo. Comparación entre modelos de memoria a corto y largo plazo. Principales parámetros a estimar: coeficiente de Hurst (H) y parámetro d. Herramientas para la estimación del contenido de memoria a largo plazo: Power spectrum analysis, Detrended Fluctuation Analysis.

**Día 5.** Introducción a las ondículas (wavelets). Utilización de onditas (wavelets) en la estimación de parámetros y como herramienta de filtro. Repaso de conceptos.

**Día 6.** Evaluación oral individual. Finalización del curso alrededor de las 14 hrs. del 10 de enero 2015.

**Nota:** los contenidos pueden variar según el grado de avance del curso y la disponibilidad de tiempo.

## Referencias Bibliográficas

- Addison, P.S. 2002. The Illustrated Wavelet Transform Handbook. Introductory Theory and Applications in Science, Engineering, Medicine and Finance. Institute of Physics Publishing Ltd., London, 349 pp.
- Beran, J., Feng, Y., Ghosh, S. and R. Kulik. 2013. Long-Memory Processes. Probabilistic Properties and Statistical Methods. Springer, 884 pp.
- Box, G.E.P. & G.M. Jenkins. 1976. Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden Day, 575 pp.
- Brockwell, P.J. & R.A. Davis. 2002. Introduction to Time Series and Forecasting. Second Edition, Springer-Verlag, New York, 434 pp.
- Chatfield, Ch. 2000. The Analysis of Time Series. An Introduction. Fifth Edition, Chapman & Hall/CRC, 283 pp.
- Emery, W.J. & R.E. Thompson. 2001. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Second Edition, Elsevier, 654 pp.
- Gencay, R., F. Selcuk & B. Whitcher. 2002. An Introduction to Wavelets and other Filtering Methods in Finance and Economics, Academic Press, San Diego, California, 359 pp.
- R Development Core Team. 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL <http://www.R-project.org>.
- Shumway, R.H. and D.S. Stoffer. 2006. Time Series Analysis and its Applications, Springer Science+Business Media, NY, 575 pp.
- Taqqu, M.S. & V. Teverovsky. 1998. A Practical Guide to Heavy Tails. Statistical Techniques and Applications. Adler, R.J., Feldman, R.E. & M.S. Taqqu (eds.), Birkhauser, 533 pp.

## Evaluación

Se realizará una evaluación oral individual al final del curso. Los laboratorios no tendrán calificación, pero si es un requisito fundamental la entrega de todos los laboratorios desarrollados en su totalidad para la aprobación del curso.