



Boletín de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa

*ENBIS, una red europea en la que
cabemos todos*

*¿Qué hace un estadístico en unos
laboratorios farmacéuticos?*

*Incidencia española en eventos
internacionales*

*Combinatoria poliédrica y rutas
de vehículos*

*Probabilidad en el mercado y
producción del cerdo blanco*



REDACCION

Editor: Jesús López Fidalgo
fidalgo@usal.es
Universidad de Salamanca

Editores Asociados:

Estadística:

Miguel Angel Gómez Villegas
ma_gv@mat.ucm.es
Universidad Complutense de Madrid

Investigación Operativa:

Justo Puerto Albandoz
puerto@us.es
Universidad de Sevilla

Aplicaciones:

Manuel Molina Fernández
mmolina@unex.es
Universidad de Extremadura

Estadística pública:

Montserrat Herrador Cansado
herrador@ine.es
Instituto Nacional de Estadística

Edición técnica:

Facultad de Ciencias Matemáticas.-U.C.M.
Despacho 502
Plaza de Ciencias, 3
28040 Madrid (Ciudad Universitaria)
Tel: 91 544 91 02
e-mail: oficina@seio.es - <http://www.seio.es>

Imprime SEROTEL - Pº de la Castellana, 87.
Dep. Legal: M-13647-1995
ISSN: 1699-8871
Copyright © 2005 SEIO

Normas para los envíos de colaboraciones:

Los artículos se enviarán por correo electrónico al editor asociado correspondiente o al editor del Boletín. No deberán tener una longitud superior a 5 páginas.

Las cartas al editor se dirigirán por correo electrónico al editor. La limitación será de 200 palabras.

El resto de colaboraciones y noticias se dirigirán al corresponsal más cercano. Las referencias bibliográficas y de software se acompañarán de los datos necesarios para su localización y una reseña no superior a 120 palabras. Los resúmenes de tesis se limitarán a 200 palabras y contendrán: título, autor, directores, departamento, universidad y la fecha de lectura. Con relación a congresos y cursos bastará una breve reseña semejante a las publicadas en el Boletín.

El formato preferible para todas las colaboraciones es MS-Word.

INDICE

Editorial	3
El rincón del Presidente	4

1. Artículos de Investigación Operativa

* La combinatoria poliédrica y los problemas de las rutas de vehículos, Angel Corberán y José María Sanchís	5
---	---

2. Artículos de Aplicación

* Evolución probabilística en el mercado ganadero de los precios correspondientes a productos de cerdo blanco, Rosa María Villalobos Murillo	11
--	----

3. Estudios monográficos y opiniones sobre la profesión

* Entrevista al Profesor Sixto Ríos García; Miguel Ángel Gómez Villegas	16
* ENBIS (European Network on Business and Industrial Statistics), Xavier Tort-Matoremll.....	19
* Un estadístico en unos laboratorios farmacéuticos ,Beatriz López.....	21

4. Información académica y laboral

Noticias	22
Tesis	25
Oportunidades de trabajo	26
Publicaciones y software	27
Congresos	30
Altas y bajas de socios	34

EDITORIAL

Jesús López Fidalgo

Rompiendo, quizá demasiado pronto, la tradición de que el editorial sea escrito por un invitado me gustaría hacer algunas reflexiones en este tercer número del Boletín del año 2005. Se ha hecho un gran esfuerzo por dar otra cara al boletín. Quizá los cambios más costosos son aquellos que no se captan a primera vista. Es gratificante recibir felicitaciones y quizá más todavía críticas constructivas y positivas que indican un interés por la revista. Lo que más destacaría es el trabajo en equipo que se está promoviendo, con el Presidente a la cabeza.

Me gustaría animaros a enviar todo tipo de colaboraciones: reseñas sobre eventos en los que habéis participado, información sobre grupos de investigación de los que formáis parte, experiencias profesionales de todo tipo, artículos de opinión, cartas al editor,... las fotografías son especialmente bienvenidas. Por supuesto animo especialmente a enviar artículos para su publicación en las primeras secciones del Boletín.

En este número se recogen algunas reseñas de congresos celebrados recientemente. Se podrían añadir muchas más, que indican la alta participación española en eventos internacionales. Aunque no es una muestra muy representativa este año he tenido oportunidad de asistir a dos congresos internacionales y puedo decir que el grupo español en ambos casos era de los más numerosos. Un editor de una conocida revista me comentaba que notaba una alta incidencia de autores españoles en publicaciones en las mejores revistas de Estadística. Aunque todos sabemos los porqués más superficiales, no deja de ser un motivo para felicitarnos y contemplar con optimismo el desarrollo de la estadística y de la investigación operativa en España.

Me gustaría lanzar una pregunta abierta con la esperanza de motivar a más de uno y más de una a enviarnos un artículo, reseña, carta o

un simple comentario sobre el tema y así abrir un debate. Tu, ¿qué haces cuando un compañero de otro departamento acude a ti y te dice que tiene un amigo de un tercer departamento que necesita asesoramiento estadístico para una tesis, un artículo o lo que sea? En muchos casos están dispuestos incluso a gratificar el trabajo económicamente. En otros no tienen inconveniente en incluir al asesor entre los firmantes de una publicación de un impacto que da vértigo. He llegado a oír hablar de un número determinado de euros por hora de trabajo o por consulta. ¿Qué ocurriría si pusiéramos una asesoría como los médicos o abogados? Algunos lo han hecho y no han salido adelante. Sin embargo, todos somos conscientes de que hay demanda. ¿Qué sentido tendría crear un Colegio profesional de Estadísticos para canalizar todo esto de una manera racional y equilibrada?

Para acabar me gustaría informar de que a principios del 2006 solicitaremos entrar en MathScinet. Por otro lado hemos pedido una ayuda para editar un número especial del Boletín con artículos de carácter completamente divulgativo con el objeto de difundirlo entre no estadísticos a través de particulares e instituciones públicas y privadas. Como es obvio los artículos del Boletín actualmente tienen un carácter divulgativo, pero solamente entre estadísticos. Y este es realmente nuestro objetivo. Es muy difícil que, con excepción de artículos muy específicos, nuestros artículos sean leíbles por un no estadístico. Se pretendería con este número especial difundir el conocimiento de la estadística al gran público para contribuir a fomentar un concepto de la Estadística más acertado y menos peyorativo del que actualmente pueda existir. Se admiten sugerencias y sobre todo colaboraciones en este sentido.

Todavía queda mucho por hacer y vamos a por ello.

EL RINCÓN DEL PRESIDENTE

Domingo Morales González

La enseñanza de la Estadística y de la Investigación Operativa (EIO) en los niveles de Educación Secundaria y Bachillerato han sido tradicionalmente deficientes en España. Siempre nos hemos quejado de que los temas de EIO aparecen al final de los temarios de las asignaturas de matemáticas y, en muchas ocasiones, o simplemente no se explican o son impartidos de forma muy superficial.

Por otra parte, la percepción social y cultural de la Estadística está muy ligada a los sondeos de opinión que se publican en los medios de comunicación, o a las representaciones gráficas de datos. El gran público desconoce las aplicaciones y la utilidad que tiene la Estadística como herramienta y como ciencia en sí. Estos mismos comentarios se ven aun más agravados en el caso de la Investigación Operativa. Por tal motivo son de agradecer las iniciativas de divulgación realizadas por EURO o promovidas por muchos de nuestros colegas desde sus centros de trabajo.

Tomando como propias estas inquietudes la SEIO aprobó, en la reunión de los Consejos Ejecutivo y Académicos de 15 de abril de 2005, la creación de su Comisión de Educación. La Comisión tiene como funciones asesorar a la SEIO, formular propuestas y servir de foro para todos los asuntos relacionados con la educación en EIO en todos los niveles de enseñanza, así como la difusión, la promoción y, en general, la percepción social y cultural de la EIO.

A parte de promover una mayor sensibilización por parte de la comunidad científica, las administraciones públicas, las empresas y la sociedad en general, respecto de la importancia de la EIO en el mundo actual, la Comisión de Educación también estimulará la investigación en didáctica de la EIO entre los miembros de la SEIO, fomentará la publicación de materiales bibliográficos y el desarrollo de programas informáticos que puedan ser de utilidad para

la enseñanza de la EIO en todos los niveles educativos y coordinará la cooperación con los organismos españoles, extranjeros e internacionales que persigan objetivos afines.

La Comisión de Educación está formada por María del Carmen Batanero Bernabeu (Universidad de Granada), Juan García Laguna (Universidad de Valladolid y secretario de la Comisión), Rosario Romera Ayllón (Universidad Carlos III), Juan Tejada Cazorla (Universidad Complutense de Madrid), Juan Luis Moreno Rebollo (Universidad de Sevilla y Presidente de la Comisión por delegación del Presidente de la SEIO).

En su primera reunión, celebrada el 7 de julio de 2005, la Comisión de Educación elaboró un documento que sintetiza sus objetivos y con el propósito de fomentar la difusión de la Estadística y la Investigación Operativa en la enseñanza secundaria y en el bachillerato y analizar la problemática que presenta su enseñanza, se acordó proponer al Consejo Ejecutivo las siguientes actividades:

- Convocatoria de un concurso de proyectos educativos en Estadística e Investigación Operativa en los niveles de secundaria y bachillerato.
- Celebración en el próximo Congreso de la SEIO de una Jornada de Educación en Estadística e Investigación Operativa en la enseñanza secundaria y en el bachillerato.

Actualmente se está trabajando en la realización de las citadas iniciativas, que espero fructifiquen y sean exitosas.

Finalmente quiero agradecer el trabajo desinteresado que están realizando todos los miembros de la Comisión de Educación, y al mismo tiempo animar a los socios de la SEIO a participar en el desarrollo de las actividades de la misma.

1. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

LA COMBINATORIA POLIÉDRICA Y LOS PROBLEMAS DE RUTAS DE VEHÍCULOS

Angel Corberán¹ y José María Sanchis²

¹Universitat de València. ²Universidad Politécnica de Valencia
angel.corberan@uv.es, jmsanchis@mat.upv.es

Introducción

Consideremos muy brevemente las siguientes situaciones:

1. Un viajante tiene que visitar una serie de ciudades y luego volver a su ciudad de origen. ¿Cuál es la ruta que debe seguir el viajante de modo que la distancia total recorrida sea mínima?
2. Un taladro láser tiene que realizar n perforaciones en un tablero. Si se conocen las coordenadas de los puntos a perforar, ¿cuál debe ser el recorrido que debe realizar el taladro por los n puntos del tablero para minimizar la distancia total recorrida?
3. Un cartero tiene que pasar por determinadas calles de su ciudad para repartir el correo y luego volver a su oficina. Diseñar la ruta que debe seguir el cartero de modo que la distancia total recorrida sea mínima.
4. De una plancha hay que cortar ciertas figuras cuya posición en el tablero está ya determinada. ¿Cuál debe ser el recorrido que debe hacer el instrumento cortante para cortar todas las piezas de forma que la longitud total recorrida sea mínima?

Hay una gran cantidad de problemas del mundo real que pueden ser formulados en términos parecidos. Pensemos que la mayor parte de organismos públicos y empresas privadas tienen que plantearse problemas relacionados con el reparto del correo, la recogida de basuras, limpieza, inspección o mantenimiento de calles, carreteras, o redes eléctricas, distribución de todo tipo de productos, visitas a clientes, transporte de personal, etc.

Todos estos problemas reales pueden ser modelizados mediante un **grafo**. Recordemos que un grafo es un par $G = (V, E)$, donde V es un conjunto de vértices y E es un conjunto de pares (i, j) de vértices de V que llamaremos enlaces y que pueden ser aristas (si pueden ser recorridas en ambos sentidos) o arcos (si sólo pueden ser recorridos en un determinado sentido). En los ejemplos anteriores, cada ciudad a visitar o cada punto a perforar se representarían por un vértice y cada calle, cada línea a cortar, en general cada trayecto entre dos vértices distintos, se representa por un arco o por una arista, con un valor asociado que corresponda a su coste o longitud. Así, un grafo puede modelizar de modo cómodo y preciso cualquier red “real”: redes de calles, de carreteras, de líneas férreas, de líneas eléctricas, informáticas, etc.

Al mismo tiempo, todos los problemas anteriores pueden formularse como **Problemas de Rutas**. Básicamente, estos problemas consisten en el diseño de rutas, o **tours**, sobre los vértices o los enlaces de un grafo que cumplan una serie de condiciones y que tengan un coste total mínimo. Si consideramos **solución posible** del problema a cualquier tour que cumpla todas las condiciones y **solución óptima** a aquella solución posible que tenga coste mínimo, los Problemas de Rutas pueden considerarse también como **Problemas de Optimización Combinatoria**, puesto que el número de soluciones posibles de estos problemas es finito (o numerable).

El objetivo ante tales problemas es diseñar **algoritmos** de resolución que, a partir de los datos numéricos de un ejemplo concreto (que

llamamos **instancia**), produzca la solución óptima. Puesto que estamos interesados en resolver situaciones reales y éstas se modelizan con grafos con muchos vértices y enlaces, el número de soluciones posibles es tan grande que la evaluación de todas ellas es inviable. Así pues necesitamos algoritmos eficientes.

En **Teoría de la Complejidad Algorítmica** se acepta que los algoritmos polinómicos (aquellos en los que el número máximo de operaciones básicas a realizar depende polinómicamente del tamaño de la instancia) son eficientes, pues su tiempo de ejecución crece de un modo “razonable” a medida que crece el tamaño de la instancia. De este modo podemos decir que un problema es “fácil” si puede ser resuelto mediante un algoritmo polinómico y que es “difícil” en otro caso. Para la mayor parte de los Problemas de Rutas (y de Optimización Combinatoria en general), no sólo no se conoce ningún algoritmo que sea polinómico sino que, si la conjetura “ $P \neq NP$ ” es cierta, tales algoritmos no existen. Estos problemas se conocen como **NP-difíciles**.

Aunque no sean polinómicos, es importante el desarrollo de algoritmos exactos para problemas NP-difíciles. Nótese que el estudio de la complejidad algorítmica se hace sobre el comportamiento en el peor caso. Es decir, para un problema NP-difícil lo que crece exponencialmente con el tamaño de las instancias es el número *máximo* de operaciones necesarias para resolver *cualquier* instancia de ese tamaño. Pero ocurre que algunas instancias concretas de gran tamaño sí se resuelven en un tiempo razonable. Además, resuelven todas las instancias de hasta un cierto tamaño que cada vez es más grande, sobre todo desde los años 80 en los que la llamada **Combinatoria Poliédrica** ha adquirido un gran auge en el diseño de algoritmos de resolución de Problemas de Optimización Combinatoria. Estos algoritmos se basan en el estudio del **poliedro** definido por la envoltura lineal convexa del conjunto de soluciones posibles y serán presentados con mayor detalle a continuación.

Combinatoria Poliédrica

Sea E un conjunto finito con un coste c_e asociado a cada elemento $e \in E$ (en los Problemas de Rutas, E es el conjunto de enlaces del grafo, que tienen asociado un coste o longitud) y sea un conjunto F (finito o infinito numerable) de familias de elementos de E , llamadas soluciones posibles (en los Problemas de Rutas son los tours sobre los enlaces del grafo, que pueden ser considerados como una familia de enlaces). El Problema de Optimización Combinatoria (abreviadamente P.O.C.) consiste en encontrar la solución posible de F de coste mínimo.

Para cada solución posible F de F definimos su vector de incidencia $x^F = \{x_e^F, e \in E\} \in Z^{|E|}$, donde x_e^F denota el número de veces que e aparece en F . Así, definimos el conjunto convexo $P_F = \text{conv} \{x^F : F \in F\}$.

Para la mayoría de los P.O.C. se puede demostrar que P_F es un poliedro. Claramente, cada solución posible $F \in F$ corresponde a un punto de P_F y cada vértice de P_F corresponde a una solución posible en F . Por lo tanto, podemos resolver el P.O.C. original resolviendo el problema de Programación Lineal (PL) siguiente:

$$\text{Min } cx$$

$$x \in P_F$$

Sabemos que un poliedro P puede describirse por un sistema de desigualdades lineales, de forma que cada desigualdad induce una faceta de P (una **faceta** del poliedro P es una cara propia no vacía de P que sea maximal respecto a la inclusión de conjuntos y se corresponde con la idea coloquial de cara de un poliedro). Para poder abordar el problema anterior con las técnicas de la Programación Lineal, necesitamos conocer el sistema lineal que describe el poliedro P_F . Así, el primer ingrediente de estas técnicas es la descripción de las desigualdades concretas que inducen faceta del poliedro asociado al problema que queremos resolver.

Una vez hecho ese estudio teórico del poliedro, aparecen tres inconvenientes importantes. El primero es que el número de desigualdades que lo describen crece exponencialmente con el tamaño de la

instancia. Así, generar y almacenar todas las desigualdades del PL anterior es tan ineficiente como la enumeración exhaustiva de todas las soluciones posibles del P.O.C. Una alternativa es comenzar con un subconjunto pequeño de tales desigualdades e ir añadiendo otras a medida que las necesitamos. De este modo, en lugar de generar la descripción completa del poliedro, sólo se genera un número limitado de desigualdades de una zona del poliedro “cercana” al óptimo. Ésta es básicamente la idea detrás de los *algoritmos de planos de corte*:

Algoritmo de Planos de Corte

1. Sea PL_0 una relajación lineal inicial del P.O.C. Hacer $k=0$.
2. Resolver PL_k . Sea x^k una solución óptima de PL_k .
3. Resolver el problema de identificación de facetas para x^k y P_F .
 - 3.1 Si se encuentran desigualdades violadas por x^k , definir PL_{k+1} como PL_k más estas desigualdades. Hacer $k:=k+1$ e ir al paso 2.
 - 3.2 Si no se encuentra ninguna desigualdad violada, parar.

El núcleo de este proceso es el paso 3, en el que se resuelve el siguiente problema:

Problema de Identificación de Facetas: dado un punto x^* y un poliedro P_F , encontrar una desigualdad lineal $f x \leq f_0$ que defina una faceta de P_F que sea violada por x^* , o bien demostrar que tal desigualdad no existe (pues $x^* \in P_F$).

El método anterior termina en 3.2 en una solución óptima del P.O.C. siempre que conozcamos todas las desigualdades que inducen faceta del poliedro. Esto nos lleva al segundo inconveniente: si la conjetura “ $P \neq NP$ ” es cierta, no se puede obtener un conocimiento completo del sistema lineal que represente el poliedro P_F asociado a un problema NP-difícil.

Sin embargo, un conocimiento *parcial* pero suficientemente amplio de dicho sistema lineal es muy útil. En primer lugar, en algunas instancias dicha descripción parcial

sí puede ser suficiente para obtener una solución óptima en el paso 3.2. Por otro lado, si terminamos en 3.2 sin tener una solución óptima podemos acudir a un *Branch and Bound* pero con mayor probabilidad de alcanzar el óptimo, ya que tenemos una relajación lineal mucho más ajustada. Y en cualquier caso, aunque no alcancemos la solución óptima, siempre obtendremos una cota inferior al coste óptimo del P.O.C. muy útil para valorar la bondad de las soluciones obtenidas mediante algoritmos heurísticos.

El tercer inconveniente proviene de que si un P.O.C. es NP-difícil, el Problema de Identificación de Facetas asociado a éste es también NP-difícil. De hecho, puede demostrarse que:

Teorema: *El P.O.C $\text{Min } \{cx : x \in P_F\}$ puede ser resuelto por un algoritmo polinómico para cualquier vector entero c si, y sólo si, el Problema de Identificación de Facetas puede resolverse por un algoritmo polinómico para cualquier vector racional x^* .*

Así, la destreza en detectar desigualdades violadas por la solución x^k del PL_k actual es lo que determina la eficiencia del algoritmo de planos de corte. En la práctica, las desigualdades conocidas que definen faceta se dividen en diferentes familias y se aborda el problema de identificación de facetas para cada una de estas familias con algoritmos específicos. Es decir, el paso 3 en el esquema del algoritmo de planos de corte está constituido por un conjunto de diferentes subrutinas que son ejecutadas cuando es necesario. Para una familia dada de desigualdades, un *algoritmo de separación exacto* es una rutina que toma la solución x^k y encuentra una o más desigualdades violadas de esa familia (si existe alguna). Un *algoritmo de separación heurístico* es similar excepto que puede fallar en la detección de una desigualdad violada de esa familia. Para agilizar el paso 3 es frecuente diseñar uno o varios heurísticos rápidos para cada familia de desigualdades, y sólo se intenta el algoritmo exacto de separación (si está disponible) cuando los heurísticos fallan.

Esta aproximación ha llevado a resultados importantes en un gran número de Problemas de Optimización Combinatoria. Como ejemplo quisiéramos destacar que los resultados obtenidos en el TSP y el CVRP

son impresionantes. También en otros problemas no tan conocidos, pero tan difíciles o más que los mencionados y que se han resistido durante décadas a los esfuerzos de los investigadores.

Una clasificación de los Problemas de Rutas

Consideremos de nuevo los problemas del viajante y del cartero expuestos en la Introducción. Nótese que mientras que en el primero la demanda de servicio tiene lugar en los vértices del grafo (ciudades), en el segundo la demanda tiene lugar en los enlaces (calles). Esta diferencia en la localización de la demanda proporciona el principal criterio para la clasificación de los Problemas de Rutas: Problemas de Rutas por **Vértices** y Problemas de Rutas por **Arcos** (Enlaces).

Frecuentemente, las zonas de demanda son tan grandes que no pueden ser atendidas por un solo vehículo. En estos casos, se dispone

de una flota de vehículos y el problema que se plantea es diseñar una ruta para cada vehículo, de modo que se satisfaga la demanda global. De este modo, también se pueden clasificar los problemas de rutas según que sean una o varias las rutas a diseñar.

Otro criterio de clasificación de los problemas de rutas se basa en las características del grafo sobre el que están definidos, es decir, según que el grafo sea **no dirigido** (todos sus enlaces son aristas, que pueden recorrerse en ambos sentidos), **dirigido** (todos sus enlaces son arcos, que sólo pueden recorrerse en un sentido), **mixto** (con aristas y arcos simultáneamente) o un grafo "**windy**" (un grafo no dirigido en el que el coste de atravesar una arista (i,j) desde i a j puede ser diferente al de atravesarla de j a i).

A modo de resumen, la tabla siguiente presenta una clasificación de los Problemas de Rutas básicos, donde cada problema puede ser considerado sobre un grafo no dirigido, dirigido, mixto o windy.

	Demandas en los vértices	Demandas en los enlaces
1 vehículo	TSP Problema del Viajante GTSP Problema del Viajante Gráfico	CPP Problema del Cartero Chino RPP Problema del Cartero Rural
	GRP Problema General de Rutas	
k vehículos	CVRP Problema de Rutas de Vehículos con Capacidades	CARP Problema de Rutas por Arcos con Capacidades

El **Problema del Viajante** (Traveling Salesman Problem, TSP) es sin duda el problema de rutas de vehículos que más ha sido estudiado en la literatura científica. El planteamiento clásico de este problema consiste en construir un grafo completo con un vértice representando a cada una de las ciudades y una arista (i,j) entre cada par de vértices i, j con un coste asociado igual a la distancia entre las respectivas ciudades:

Dado un grafo completo $G = (V,E)$ con costes no negativos c_e , $e \in E$, encontrar el

tour de coste mínimo que pase exactamente una vez por cada vértice del grafo.

El **Problema del Viajante Gráfico** (Graphical Traveling Salesman Problem, GTSP) es una variante del TSP introducida por Fleischmann (1985) y Cornuéjols, Fonlupt y Naddef (1985) en la que el grafo no tiene por qué ser completo y la ruta debe pasar al menos una vez (no necesariamente sólo una vez) por cada vértice:

Dado un grafo $G = (V,E)$ con costes no negativos c_e , $e \in E$, encontrar un tour en G de coste mínimo que pase por cada vértice $v \in V$

al menos una vez.

Las ventajas de esta formulación frente a la del TSP son que el poliedro de soluciones es de dimensión completa y que son necesarias menos variables, pues se trabaja directamente sobre el grafo que modeliza la red viaria, que dista mucho de ser un grafo completo. Si el grafo es dirigido, tenemos el Graphical Asymmetric Traveling Salesman Problem (GATSP, Chopra y Rinaldi 1996). Si el grafo es mixto o windy, el problema es equivalente al GATSP.

En cuanto a los Problemas de Rutas por Arcos, tenemos el **Problema del Cartero Chino** (Chinese Postman Problem, CPP), planteado por el matemático chino Meigu Guan (1962):

Dado un grafo $G = (V, E)$ con costes no negativos $c_e, e \in E$, encontrar un tour de coste mínimo que recorra cada enlace $e \in E$ al menos una vez.

Este problema es resoluble polinómicamente en un grafo no dirigido. También lo es en el caso dirigido y se les puede considerar, por lo tanto, problemas resueltos. En cambio, el CPP sobre un grafo mixto es un problema NP-difícil. También lo es la versión windy, el llamado **Problema del Cartero con Viento** (Windy Postman Problem, WPP), introducido por Minieka (1979).

El **Problema del Cartero Rural** (Rural Postman Problem, RPP) es una generalización del problema anterior en el sentido de que aquí no es necesario pasar por todos los enlaces del grafo sino solamente por un subconjunto de ellos que llamamos enlaces requeridos:

Dado un grafo $G = (V, E)$ con costes no negativos $c_e, e \in E$ y dado $E_R \subseteq E$ un subconjunto no vacío de enlaces de G que llamaremos requeridos, encontrar un tour en G que recorra cada enlace de E_R al menos una vez y que tenga coste mínimo.

Propuesto por Orloff (1974), el RPP es NP-difícil tanto sobre un grafo no dirigido como dirigido (DRPP), mixto (MRPP) o windy (WRPP).

El **Problema General de Rutas** (General Routing Problem, GRP) fue también definido por primera vez por Orloff (1974) y es el caso más general de problemas de rutas con

un único vehículo, pues la demanda se puede encontrar tanto en las aristas como en los vértices del grafo:

Dado un grafo $G = (V, E)$ con costes no negativos $c_e, e \in E$, dados un subconjunto de enlaces requeridos $E_R \subseteq E$ y un subconjunto de vértices requeridos $V_R \subseteq V$, encontrar un tour en G de coste mínimo que recorra cada enlace requerido y cada vértice requerido al menos una vez.

Este problema es una generalización de los anteriores pues, como casos particulares, si $E_R = E$ resulta el CPP, si $V_R = \emptyset$ tenemos el RPP y si $E_R = \emptyset$ y $V_R = V$ el GTSP. Por lo tanto, el GRP es también un problema NP-difícil, así como sus versiones dirigida (DGRP), mixta (MGRP) y windy (WGRP).

Obviamente, el WGRP generaliza al GRP (si $c_{ij} = c_{ji}$), pero también al DGRP, ya que cada arco (i, j) con coste c puede ser modelizado con una arista con costes $c_{ij} = c$ y $c_{ji} = \infty$, y por lo tanto también al MGRP. Así, el WGRP generaliza a todos los Problemas de Rutas por Arcos con un sólo vehículo definidos sobre cualquier tipo de grafo y también a algunos de Rutas por Vértices.

Respecto de los problemas con varios vehículos, tenemos el **Problema de Rutas por Arcos con Capacidades** (Capacitated Arc Routing Problem, CARP), introducido por Golden y Wong (1981), en el que cada enlace (i, j) , además de un coste que representa su longitud o el tiempo de ser atravesada, tiene asociada una *demanda* q_{ij} no negativa. Se dispone de una flota de vehículos de capacidad W con base en un determinado vértice (depósito). El objetivo es diseñar una ruta para cada vehículo de modo que, conjuntamente, pasen por cada enlace (i, j) con $q_{ij} > 0$, que la suma de las demandas atendidas por cada vehículo no exceda su capacidad W y que la suma de los costes de todas las rutas sea mínima.

El **Problema de Rutas de Vehículos con Capacidades** (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP), es similar al CARP excepto que ahora es cada vértice (cliente) i quien tiene asignado una demanda q_i no negativa. Tiene como caso particular al TSP y es un problema tremendamente difícil pero con un gran número de aplicaciones prácticas.

En todos los problemas anteriores, pueden exigirse **otras condiciones** adicionales. Algunas de ellas, como ciertas relaciones de precedencia entre servicios, pueden estar determinadas por la propia naturaleza de los servicios a realizar o por simple preferencia de los clientes. También más restrictivos son los problemas con “time windows”, o ventanas de tiempo, en los que cada servicio debe ser realizado entre unos determinados márgenes temporales. A veces, determinados movimientos del vehículo en el grafo están penalizados o prohibidos, como ocurre a menudo en algunos giros de unas calles a otras adyacentes que están prohibidos por las reglas del tráfico urbano.

Nuestro trabajo

Fue Nicos Christofides quien nos introdujo, hacia 1980, en el apasionante mundo de los Problemas de Rutas de Vehículos, concretamente en los de Rutas por Arcos. Desde entonces la mayor parte de nuestra investigación se ha centrado en el estudio y resolución de estos problemas y, entre otras herramientas, hemos utilizado la Combinatoria Poliédrica. Como se ha visto, esto supone el estudio de los poliedros asociados a esos problemas, el diseño de algoritmos heurísticos y exactos de separación y su inclusión en procedimientos de resolución basados en el método de relajación para los P.O.C. descrito anteriormente. Creemos que hemos conseguido algunos resultados interesantes concernientes a la descripción de los poliedros asociados con el CVRP (por lo que respecta a los Problemas de Rutas por Vértices) y con varios Problemas de Rutas por Arcos. Concretamente con el CPP, el RPP y el GRP definidos sobre grafos no dirigidos, dirigidos, mixtos y windy. También hemos intentado contribuir a la resolución aproximada y exacta de estos problemas. Los resultados obtenidos han sido bastante buenos y, además de su valor por sí mismos, han confirmado la validez de la Combinatoria Poliédrica como área de trabajo y estrategia de resolución. Creemos que no es éste lugar para detalles, por eso no los habrá hallado el lector. Aquél que desee una mayor información quizás encuentre interesantes los trabajos de Benavent,

Corberán y Sanchis (2000) y Corberán, Plana y Sanchis (2005).

Agradecimientos: Los autores desean agradecer la ayuda proporcionada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la Generalitat Valenciana a través de los proyectos TIC2003-05982-C05-01 y GRUPOS03/189, respectivamente.

Referencias

E. Benavent, A. Corberán y J.M. Sanchis (2000): “Linear Programming Based Methods for Solving Arc Routing Problems”. In M. Dror (Ed.): *Arc Routing: Theory, Solutions and Applications*. Kluwer Academic Publishers.

S. Chopra y G. Rinaldi (1996): “The Graphical Asymmetric Traveling Salesman Polyhedron: Symmetric Inequalities”. *SIAM J. Discrete Math.* 9, 602-624.

A. Corberán, I. Plana y J.M. Sanchis (2005): “On the Windy General Routing Polyhedron”. Technical Report. Department of Statistics and OR, University of Valencia (Spain).

G. Cornuéjols, J. Fonlupt y D. Naddef (1985): “The traveling salesman problem on a graph and some related integer polyhedra”. *Mathematical Programming* 33, 1-27.

B. Fleischmann (1985): “A cutting-plane procedure for the traveling salesman problem on a road network”. *European Journal of Operational Research* 21, 307-317.

B. Golden y R. Wong (1981): “Capacitated Arc Routing Problems”. *Networks* 11, 305-315.

M. Guan (1962): “Graphic Programming using odd and even points”. *Chinese Mathematics* 1, 273-277.

E. Minieka (1979): “The Chinese Postman Problem for Mixed Networks”. *Management Science* 25, 643-648.

C. Orloff (1974): “A fundamental problem in vehicle routing”. *Networks* 27, 95-108.

2. ARTÍCULOS DE APLICACIÓN

EVOLUCIÓN PROBABILÍSTICA EN EL MERCADO GANADERO DE LOS PRECIOS CORRESPONDIENTES A PRODUCTOS DEL CERDO BLANCO

Rosa María Villalobos Murillo.
Universidad de Extremadura.

1. Motivación y metodología.

El objetivo principal del trabajo ha sido tratar de obtener un modelo probabilístico que permita describir la evolución probabilística de los precios de determinados productos del cerdo blanco en el mercado ganadero. Su motivación fue la de disponer, con cierta anticipación, de información sobre las posibles tendencias y fluctuaciones de dichos precios. El análisis se ha realizado a partir de la información proporcionada por las series de precios semanales registradas desde principios de 1990 hasta finales de 2003 para cuatro productos representativos del cerdo blanco: cerdo vivo, canal porcina tipo II, jamón redondo y jamón curado. Los datos correspondientes a los tres primeros, todos ellos productos frescos, fueron facilitados por la Lonja de Lérida, centro de referencia nacional para los precios de dichos productos y los correspondientes a la serie de precios del jamón curado fueron proporcionados por la Subdirección General de Precios del Ministerio de Economía. La metodología estadística seguida para dicho análisis se ha basado en técnicas específicas de series temporales. Como paso previo a la selección y validación del modelo probabilístico adecuado, se ha realizado el correspondiente análisis gráfico-descriptivo de las series observadas. A partir de la información inferida de dicho análisis, se ha aplicado la metodología Box-Jenkins, véase Box, Jenkins and Reinsel (1994), con objeto de ajustar el modelo de la familia ARIMA que con mayor probabilidad ha podido generar las series bajo estudio. Para el análisis gráfico y estadístico de las series

se ha hecho uso del software estadístico SPSS, versión 11.0 y del lenguaje de programación R (GNU S), versión 1.7.0 (véase Gentleman and Ihaka (1996) ó la dirección web www.r-project.org).

2. Análisis estadístico de las series.

2.1 Análisis descriptivo.

Como es bien conocido en teoría de series temporales, véase por ejemplo Abraham and Ledolter (1983), Peña (1999) ó Rodríguez Morilla (2000), en la evolución a lo largo del tiempo de cierta variable aleatoria intervienen fundamentalmente tres componentes: tendencia, estacionalidad y la que engloba posibles irregularidades. Si observamos la figura 1, en la que se representan las series correspondientes a los tres productos frescos, podríamos extraer algunas conclusiones. Por ejemplo, aunque en ninguna de ellas se detecta una tendencia global creciente o decreciente a lo largo del tiempo, sí se aprecian tramos más o menos largos, con duración de al menos un año, en los que los precios registrados se mantienen bien por encima o bien por debajo del precio medio. Se infiere por tanto la presencia de una componente tendencia-ciclo. En relación a la componente estacional, no se observa una evolución repetitiva año a año entre las distintas semanas aunque sí se aprecia con cierta claridad que los precios más bajos se producen en las primeras y en las últimas semanas de cada año. Puesto que no se aprecia de forma clara un patrón

fijo de comportamiento a lo largo del tiempo, se desprende que la componente irregular tiene un peso importante. En conclusión, aún teniendo en cuenta que los precios de los tres productos se fijan de forma independiente, se observa una evolución bastante similar para las tres series. En cierto modo esta similitud tiene su lógica puesto que los tres productos tienen en común el ser productos frescos. Se observa también, como es lógico, que los precios van incrementándose a medida que el producto requiere una mayor elaboración. Por otra parte, teniendo en cuenta que las fluctuaciones de las series varían según el nivel de las mismas, es razonable asumir que las tres componentes interactúan de forma multiplicativa.

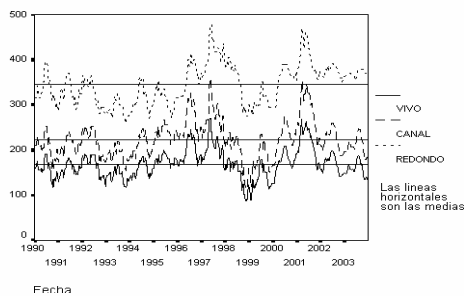


Figura 1.- Series de precios correspondientes al cerdo vivo, canal y jamón redondo.

En la serie de precios correspondiente al jamón curado, véase figura 2, se aprecia claramente una tendencia creciente, aproximadamente lineal, sin un patrón estacional claro y con componente irregular de escaso peso específico. Tratando de explicar el diferente comportamiento de los precios de esta serie en comparación con las tres anteriores podría esgrimirse como una de las principales razones el tiempo transcurrido desde la compra del jamón redondo hasta su venta como jamón curado, aproximadamente entre siete y once meses. Ello explica, por ejemplo, como la bajada de precios para los productos frescos producida en 1998 tuvo su correspondiente repercusión en los precios del jamón curado en 1999, apreciándose una tendencia creciente más atenuada.

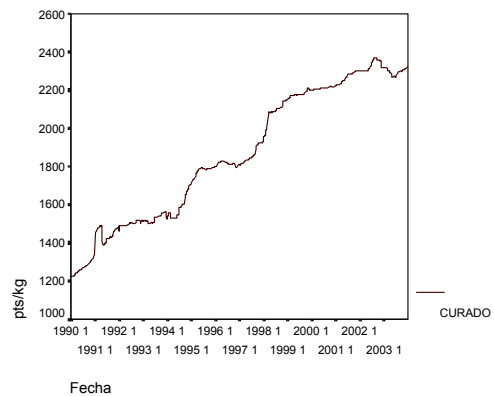


Figura 2.- Serie de precios del jamón curado

A partir del análisis gráfico anterior, se ha realizado un análisis descriptivo de las series haciendo uso de diferentes técnicas. En concreto, para las series correspondientes a los tres productos frescos se ha aplicado el denominado método STL, véase Cleveland et al. (1990), con objeto de proporcionar estimaciones para las fuentes de variación correspondientes a las componentes tendencia-ciclo (figura 3) y estacional (figura 4), y para la serie correspondiente al jamón curado se ha hecho uso del método de Loess, véase Cleveland and Devlin (1988) ó Cleveland et al. (1988), con objeto de estimar su componente tendencia-ciclo (figura 5).

En relación a los productos frescos, se observa una componente tendencia-ciclo de tipo oscilatorio con amplitud creciente, si bien en el cerdo vivo y la canal no parece reflejarse este comportamiento en las últimas semanas en las que se aprecia un mantenimiento de los precios. Cabe destacar la caída de precios de 1998 y, si bien de menor importancia, la de 2002. Los precios medios más altos se registraron en 1997 y 2001.

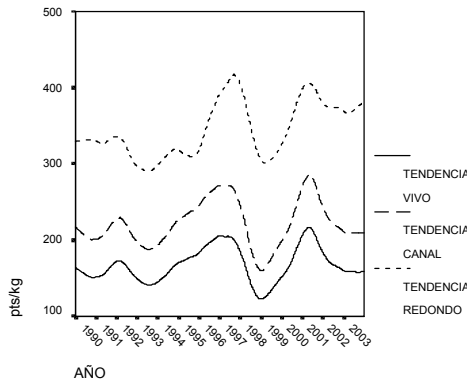


Figura 3.- Componente tendencia-ciclo de las series del cerdo vivo, canal y jamón redondo.

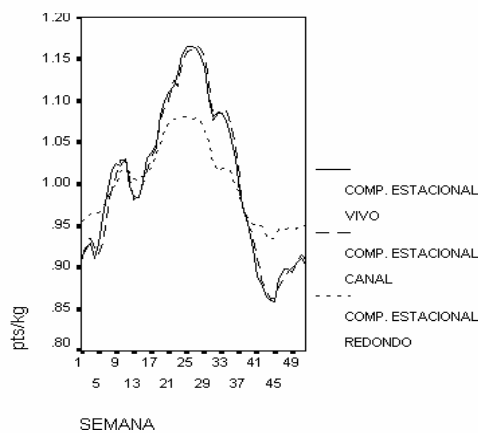


Figura 4.- Componente estacional de las series del cerdo vivo, canal y jamón redondo.

Con respecto al jamón curado la figura 5 pone de manifiesto una tendencia estrictamente creciente en la que se aprecia una alternancia entre dos pendientes.

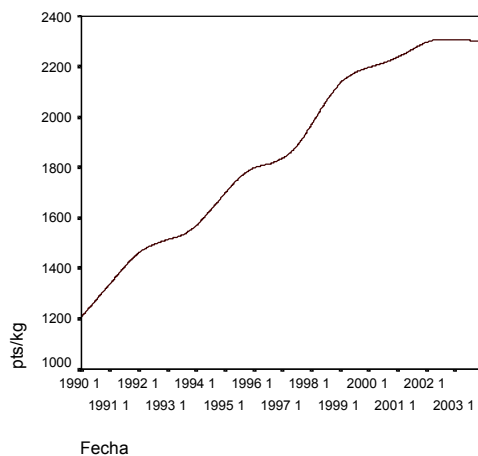


Figura 5.- Componente tendencia-ciclo del jamón curado.

2.2 Ajuste y validación del modelo teórico.

Denotemos por X_t al valor en el instante t de la serie bajo estudio. Nuestra intención es ajustar el modelo ARIMA que proporcione una explicación más verosímil de la evolución observada en la serie de precios. La metodología Box-Jenkins en la que nos apoyaremos implica un proceso iterativo en el que se consideran las siguientes fases: identificación del modelo ARIMA que probablemente ha generado los datos; estimación de los parámetros que en él intervienen; validación del modelo considerado y utilización del modelo ajustado para predicción.

Un primer requisito a tener en cuenta en la fase de identificación del modelo es tratar de conseguir la estacionariedad de la serie temporal. A tal fin, para las series correspondientes a los productos frescos, se ha realizado una transformación logarítmica y una diferenciación ordinaria. En relación a la serie del jamón curado, puesto que su gráfica no refleja de una forma clara si la varianza fluctúa en función del nivel de la misma y, aunque el gráfico dispersión-media de los precios muestra un ajuste casi horizontal, con objeto de disminuir la varianza residual así como su falta de homogeneidad, también se ha procedido a realizar una transformación logarítmica de los datos y, teniendo en cuenta la excesiva pendiente, la diferenciación de los mismos. En consecuencia, para ambos casos, se obtiene los datos transformados $W_t = (1-B) Y_t$, donde $Y_t = \ln(X_t)$, B denota el operador de retardo es decir $B(Y_t) = Y_{t-1}$ y X_t representa el precio del producto considerado en la semana t .

Estamos ya en condiciones de tratar de identificar el modelo ARMA apropiado para los datos transformados W_t . Para ello, se ha utilizado como principales herramientas las funciones de autocorrelación simple y autocorrelación parcial. A modo de ejemplo, exponemos a continuación el estudio realizado para la serie correspondiente a los precios del cerdo vivo.

La figura 6 muestra los correlogramas simples y parciales de la correspondiente serie estacionaria W_t . Basándonos en ellos y teniendo en cuenta el concepto de parsimonia, se ha efectuado un primer ajuste, probando con los modelos más sencillos. Inicialmente se propuso un AR(1) o un MA(1) para la parte ordinaria (o un modelo mixto) y un $AR(1)_{52}$ para la parte estacional. Tras el análisis residual, se llegó a la conclusión de que el modelo que mejor describía la evolución probabilística de la serie transformada era el $ARMA(2,1) \times ARMA(1,1)_{52}$, en consecuencia, la serie W_t está generada por:

$$(1 - \Omega B^{52})(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)W_t = (1 - \Theta B^{52})(1 - \theta B)Z_t$$

donde $\Omega, \phi_1, \phi_2, \Theta, \theta$ son parámetros a estimar, $B^k(W_t) = B(B^{k-1}(W_t))$ y Z_t denota el ruido blanco. Las estimaciones máximo verosímiles obtenidas para los parámetros junto con sus correspondientes errores de estimación indicados entre paréntesis han sido las siguientes:

$$\begin{aligned} \phi_1^* &= 0.85, (0.17) ; \phi_2^* = -0.19, (0.04) ; \\ \Omega^* &= 0.91 (0.05) ; \Theta^* = 0.80 (0.08) ; \theta^* = 0.68, (0.17). \end{aligned}$$

El modelo propuesto ofrece una capacidad interpretativa óptima, no habiéndose obtenido otro mejor.

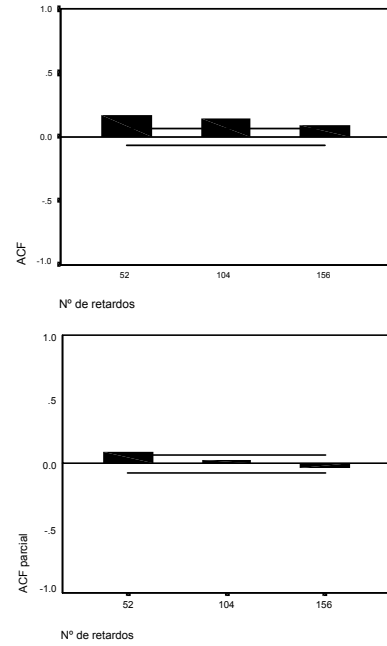
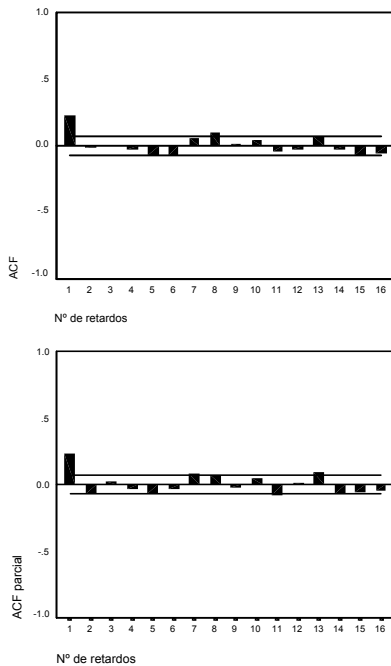


Figura 6.- Autocorrelaciones simples (ACF) y parciales (ACF parcial) en la parte ordinaria y estacional de la serie estacionaria W_t para la serie del cerdo vivo.

La validación de dicho modelo se ha realizado a través del análisis de los residuos, para lo cual se ha hecho uso del peridiograma integrado, véase Brockwell and Davis (1991) para más detalles al respecto. A partir de la información proporcionada por la figura 7 no se puede rechazar la hipótesis de los datos provengan de un ruido blanco.

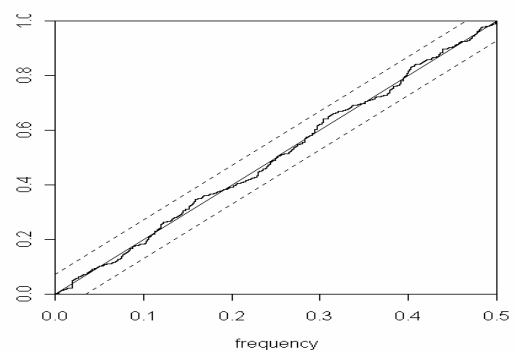


Figura 7.- Peridiograma integrado del residuo correspondiente al modelo ajustado para el cerdo vivo.

Deshaciendo la diferenciación realizada en la primera fase, haciendo el cambio $u_t = e^{Z_t}$ y calculando antilogaritmos, se deduce finalmente el siguiente modelo para la serie

correspondiente a los precios semanales del cerdo vivo:

$$X_t = X_{t-1} \left(\frac{X_{t-1}}{X_{t-2}} \right)^{0.85} \left(\frac{X_{t-2}}{X_{t-3}} \right)^{-0.19} \left(\frac{X_{t-52}}{X_{t-53}} \right)^{0.91} \left(\frac{X_{t-53}}{X_{t-54}} \right)^{-0.77} \left(\frac{X_{t-54}}{X_{t-55}} \right)^{0.18} \frac{u_t u_{t-53}^{0.62}}{u_{t-1}^{0.68} u_{t-52}^{0.80}}$$

Con objeto de analizar el comportamiento del modelo ARIMA ajustado, se ha procedido a evaluar la bondad del ajuste de las predicciones hechas para el 2003 supuesto que los datos para dicho año eran desconocidos (figuras 8 y 9). Puede apreciarse que para las predicciones cercanas a los datos observados el ajuste resulta bastante próximo a los datos reales. Conforme nos alejamos en el tiempo la eficiencia decrece. De ahí que no sea prudente realizar predicciones a largo plazo y sea conveniente realimentar el modelo con las nuevas observaciones para incluir posibles cambios de conducta y adaptar las predicciones.

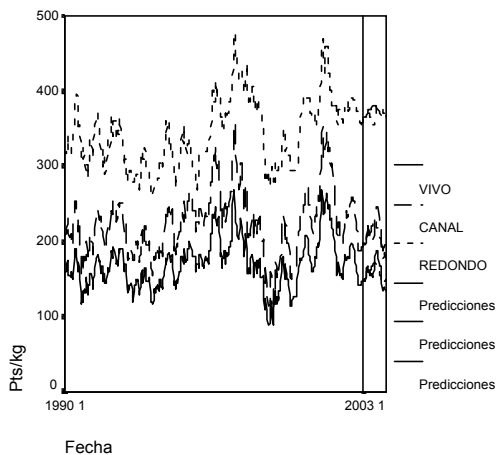


Figura 8.- Predicciones de las series del cerdo vivo, canal y jamón redondo para el año 2003 junto con sus valores observados.

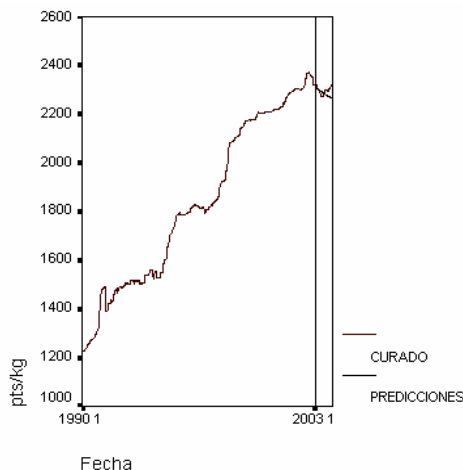


Figura 9.- Predicción de la serie del jamón curado para el año 2003 junto con sus valores observados.

2.3 Predicciones.

En las figuras 10 y 11 se representan las series de precios y las predicciones que se obtuvieron a partir del modelo ajustado para el año 2004.

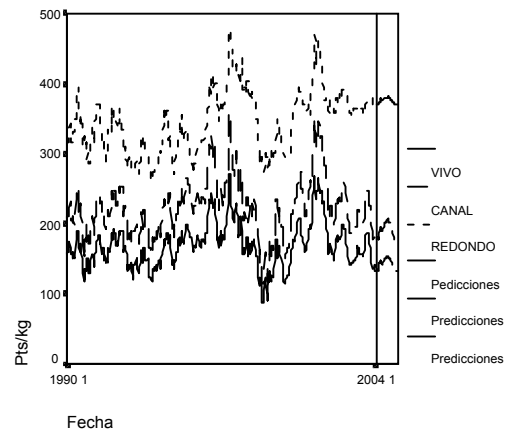


Figura 10.- Predicciones para las series del cerdo vivo, canal y jamón redondo correspondientes al 2004.

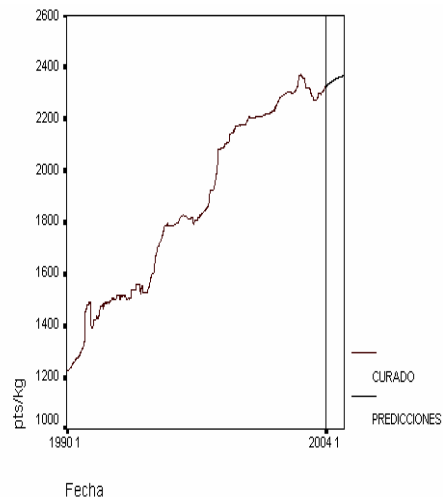


Fig. 11.- Predicciones para la serie del jamón curado obtenidas para el 2004.

Agradecimientos.

Mi agradecimiento a los responsables de la Lonja de Lérida y de la Subdirección de Precios del Ministerio de Economía por facilitarme los datos que han hecho posible la realización de este trabajo. Mi sincero agradecimiento también a la profesora del Departamento de Matemáticas de la Universidad de

Extremadura Inés M^a del Puerto García por sus acertadas orientaciones, útiles sugerencias e inestimable ayuda técnica.

Referencias

Abraham, B. and Ledolter, J.: *Statistical methods for forecasting*. Willey, 1983.

Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C.: *Time Series Analysis*. Prentice-Hall, 1994.

Brockwell, P. J. and Davis, R. A.: *Time Series: Theory Methods*. Springer-Verlag, second edition, 1991.

Cleveland, W.S and Devlin, S.: *Locally weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting*. Journal of American Statistical Association, 74, 596-610, 1988.

Cleveland, W.S., Devlin, S. and Grosse, E.: *Regression by local fitting: methods, properties and computational algorithms*. Journal of Econometrics, 37, 87-114, 1988.

Cleveland, R.B., Cleveland, W.S., McRae, J.E. and Terpenning, I.: *A seasonal-trend-decomposition procedure based on Loess (with discussion)*. J. Official Statistics, 6, 3-73, 1990.

Gentleman, R. & Jhaka, R. R.: A Language for data analysis and graphics. J. Comput. Graph. Statist. 5, 299-314, 1996.

Peña, D.: *Estadística: Modelos y métodos 2. (Modelos Lineales y Series Temporales)*. Alianza Universidad Textos, 1999.

Rodríguez Morilla, Carmen: *Análisis de series temporales*. La Muralla. Madrid, 2000.

3. ESTUDIOS MONOGRÁFICOS Y OPINIONES SOBRE LA PROFESIÓN

ENTREVISTA AL PROFESOR SIXTO RÍOS GARCÍA

Miguel Ángel Gómez Villegas
Editor asociado de Estadística



En una soleada tarde del otoño madrileño le hice las siguientes preguntas a quién desarrolló la estadística y la investigación operativa en España.

¿Cuándo recibió y por dónde su Doctorado?
Recibí mi doctorado por la Universidad Central de Madrid en 1940. Mi tesis fue

dirigida por el profesor Rey Pastor sobre “la hiperconvergencia de las integrales de Laplace Stieltjes”.

¿Qué señalaría como más notable de la Universidad en que usted se formó?
La mezcla de excelentes profesores y de otros no tanto. El número de alumnos, ciertamente

alto para su época, y la convivencia con alumnos de Ingenierías y Arquitectura – entonces tenían un plan de estudios prácticamente común- y que hacía que el tipo de enseñanza impartida recogiera tanto la base teórica como las aplicaciones a los diferentes campos de interés, que eran necesarios para la formación de los estudiantes.

¿Cuándo y por qué se traslada a Madrid?

Inicialmente me presenté y obtuve la plaza de catedrático de Análisis en la Universidad de Valencia en el año 1940, pasando por concurso a la Universidad de Valladolid y posteriormente por nueva oposición a la plaza de Catedrático de Estadística en la Universidad Central, al fallecimiento del catedrático don Olegario Fernández Baños, el primer catedrático de Estadística que hubo en España. El motivo de mi traslado a Madrid fue doble; por un lado el familiar y por otro que el nivel de esta Universidad era de los más altos del país, lo que hacía muy apetecible el pertenecer a su claustro.

¿En qué momento se crea la Escuela de Estadística?

En 1950 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid organizamos unos cursos de “Estadística y sus aplicaciones”, inaugurados por el Prof. Fréchet. La conferencia de clausura a mi cargo, llevaba por título “Necesidad de una Escuela de Estadística”. Los esfuerzos posteriores a estos cursos dieron su fruto y en 1952 se crea la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid de la que fui nombrado primer director. Tenía un grado medio y un grado superior, que daba unos diplomas y que permitía a los peritos de distintas carreras, a los ingenieros, a los licenciados y a los militares, profundizar en las técnicas de la Estadística e Investigación Operativa, que les eran necesarias para sus respectivas formaciones. La Escuela continuó, ya dentro de la Universidad Complutense, creciendo en alumnado y en calidad de los profesores que impartían estas enseñanzas y consiguiendo que en todas las carreras necesitadas de la aplicación de estos conocimientos se pudiera

conseguir una formación que fuera equiparando a estos profesionales con los de los países de nuestro entorno.

¿En qué momento se crea la Sección de Estadística e Investigación Operativa en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense?

Los esfuerzos realizados desde la cátedra de estadística y la cantidad de estudiantes que tenía la Escuela, permitieron invitar a profesores de alto nivel extranjeros de la talla de Hermann Wold, Fréchet, Cramér, Mahalanobis, Neyman, Saaty,..., que no se limitaban a dar una única conferencia sino que hacían estancias más largas en Madrid. De hecho la Escuela tenía entonces casi más alumnos que la propia Facultad, y favoreció el buen nivel que fueron adquiriendo los profesores que se dedicaban a las materias del campo de la Estadística y de la Investigación Operativa. Esto propició que en la Facultad de Matemáticas, en 1973, se creara la Sección de Estadística e Investigación Operativa. Al mismo tiempo se comenzó con una política de realización de trabajos para empresas importantes (Coca-cola, El Corte Inglés,..), que permitieron trabajar tanto desde el punto de visto teórico como aplicado y formar todavía a una mayor cantidad de especialistas.

¿Qué tres investigadores tuvieron mayor influencia en su carrera académica y por qué?

De los investigadores nacionales, don Pedro Puig Adam, que fue mi maestro en el bachillerato que cursé en el Instituto de San Isidro, don Julio Rey Pastor, que dirigió mi tesis y don Esteban Terradas por los cursos que inicialmente impartió de Estadística, y que luego yo continué desarrollando cuando obtuve la cátedra de Estadística.

De los profesores extranjeros, Wold, que me influyó en el campo de las Series Cronológicas y en la Teoría de la Decisión Estadística, Cramér, que me llevó al estudio de los fundamentos de la Probabilidad y a su concreción con el máximo rigor Y Fréchet, que me llevó a estudiar en detalle los conceptos relativos a propiedades de los estimadores y me gustaría añadir a

Mahalanobis, que viajó con frecuencia a Madrid y me dirigió hacia aspectos del Análisis Multivariante.

¿Cómo fue la creación de la revista Trabajos de Estadística e Investigación Operativa?

Como ya expliqué antes, en el año 1950 el volumen de artículos que recogían las investigaciones que en toda España se hacían ya, relacionadas con estas materias, justificaron el que el Instituto de Estadística e Investigación Operativa del CSIC tuviera un órgano de expresión. Y es en ese momento cuando se crea la revista Trabajos de Estadística e Investigación Operativa, siendo yo su primer director.

¿Cómo fueron las relaciones entre el Departamento de Estadística e Investigación Operativa y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas?

Las relaciones iniciales fueron muy buenas hasta que llegó un momento en que la entidad que había tomado la Sección de Estadística e Investigación Operativa de la facultad de Ciencias Matemáticas, hacía que el Instituto del Consejo estuviera duplicado con la Facultad. Por este motivo, y aprovechando intereses políticos, se procedió a una reestructuración general del CSIC, como suele ocurrir en este país, se recortó el pequeño presupuesto que tenía el Instituto y se le hizo desaparecer.

Usted se retiró de la Universidad Complutense en 1983. ¿Qué consejos le daría al director del Departamento de Estadística e Investigación Operativa en una nueva universidad?

Le recomendaría que estableciera contactos con los mejores especialistas y le pediría que estableciera conexiones con los distintos campos de aplicación científica de la Estadística e Investigación Operativa no descuidando las aplicaciones que en la empresa se dan de los desarrollos pertenecientes al citado campo. Debe tenerse en cuenta que en estos últimos años los problemas políticos sobre los que se trabaja al más alto nivel, pueden ser mejor resueltos y encauzados con técnicas que desarrolla la

matemática dentro de las citadas áreas, como ocurre con la teoría de la decisión, la teoría de juegos, etc.

¿Estadístico clásico o estadístico bayesiano? Estadístico a secas.

De la cantidad de libros y artículos que ha escrito, ¿cuál señalaría como el que le dejó más satisfecho? ¿cuál es el que mayor impacto ha tenido?

Sin duda el libro de mayor impacto ha sido el de Métodos Estadísticos. Ha sido el libro de texto sobre Estadística en la Universidad Complutense y en todas las universidades del país, durante muchos años, y por tanto el que más impacto ha tenido. En cuanto a los trabajos, quizá del que esté más satisfecho es del presentado en 1977 al Congreso de Varsovia y que contenía un nuevo enfoque de la teoría de la decisión, estableciendo la coherencia de la Inferencia Estadística. Sin embargo ha habido varios escritos con mis colaboradores que han tenido un mayor impacto.

Quiero señalar que debo ser de los pocos científicos que tiene contribuciones internacionales, tanto en el campo del Análisis Matemático como en el de la Estadística y la Investigación Operativa. La idea de reordenación para lograr un nuevo método de prolongación analítica, es original mía y ha sido citada por Hadamar, Fréchet, Hadwiger y otros, como teorema de reordenación de Ríos. Mi memoria sobre la Teoría de la Integral ha sido citada por Kolmogorov. Los trabajos relativos a estimadores satisficentes y al criterio R-epsilon de medida de la bondad de un estimador, fueron obtenidos, posteriormente por Savage, y al criterio se le ha llamado de Ríos-Savage.

Actualmente participa de la vida científica desde la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. ¿Cómo ve la relación entre la Academia y la universidad del siglo XXI?

Es difícil justificar la existencia de la Academia en el siglo XXI, es más bien ése el principal reto al que debe enfrentarse la

Academia y ella misma debe evolucionar y encontrar la respuesta a la pregunta. De todas formas puedo anticipar que, como ya he puesto de manifiesto a lo largo de esta entrevista, el hacer desaparecer instituciones no contribuye a solucionar los problemas. Intuyo que un grupo de científicos de distintas formaciones pueden contribuir a la obtención de soluciones de los problemas que plantea la ciencia moderna.

Uno de los problemas a los que actualmente se enfrentan muchas universidades es el decrecimiento del número de alumnos. ¿Qué aconsejaría a la universidad para captar alumnos? ¿Qué consejo le daría a un joven profesor de Estadística e Investigación Operativa en la universidad actual?

Para captar más alumnos, la solución es difícil. Hay que comprender que en Madrid existen seis universidades públicas y siete privadas y que el índice de natalidad ha ido permanentemente en descenso. De todas formas hay que contribuir a modificar el ambiente de la sociedad actual y hacer ver

que no sólo con la Estadística y la Investigación Operativa; sino con las matemáticas en general hay gran cantidad de problemas que se podrían resolver.

El consejo que le daría a un joven profesor es que cultivara las aplicaciones con un enfoque suficientemente riguroso, lo que le permitiría acercar el mundo académico al mundo de la empresa, lo que traería ventajas para todos.

Le recuerdo cuando usted era director del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense y yo el secretario. Siempre que había algún problema le encontraba paseando por los alrededores de la facultad, en el montecillo que separa a ésta del Instituto de Meteorología. ¿Continúa utilizando esta terapia?

Continúo utilizándola, en la medida que me permiten mis fuerzas y la cantidad de obras de este Madrid que tengo a mi alrededor, pero en todo caso es un ejercicio que recomiendo a todos y que es muy saludable.

ENBIS (EUROPEAN NETWORK ON BUSINESS AND INDUSTRIAL STATISTICS)

Xavier Tort-Matorell

Ex Vicepresidente y representante de ENBIS en España



Introducción y breve historia

Enbis es una red de estadísticos europeos, interesados en las aplicaciones empresariales e industriales de la estadística. La red que ya tiene casi 6 años de historia surgió a partir del interés de un reducido grupo de estadísticos que tras alguna reunión y contacto previo decidimos organizar una conferencia inaugural el 11 de diciembre del 2000 en Ámsterdam. En ella se acordaron la misión que podemos resumir en: facilitar y promover

la utilización de los métodos estadísticos en beneficio de las empresas europeas, a través del intercambio de ideas y la interacción entre los estadísticos aplicados. Actualmente el número de miembros es de 1072, pertenecientes a 40 países europeos y 9 de otros continentes. Lo cierto es que a medida que el número de miembros ha aumentado, los objetivos e intereses se han diversificado y actualmente además de personas interesadas

en las aplicaciones estadísticas hay miembros con otros intereses como la teoría y la investigación.

Actividades

En estos casi seis años de existencia se han realizado multitud de actividades que incluyen: encuentros, seminarios, charlas, presentaciones a industrias y empresas seleccionadas, preparación de materiales divulgativos y formativos. Con todo la actividad estrella es el congreso anual del cual este mes de septiembre se va a celebrar la quinta edición en Newcastle, en esta ocasión organizado por ISRU (Industrial Statistics Research Unit de la Universidad de Newcastle. De hecho habrá ya tenido lugar cuando estas líneas aparezcan y estoy seguro que una vez más habrá resultado un éxito de organización, asistencia y oportunidades de intercambio. Las ediciones anteriores tuvieron lugar en Oslo, Rimini, Barcelona (esta edición la organizamos en la UPC y llegamos a contar con 150 asistentes) y Copenhague.

La interacción entre los miembros se organiza en grupos de trabajo. Actualmente hay nueve que son los siguientes: Diseño de experimentos, Data mining y data warehousing, Fiabilidad y seguridad, Mejora de la calidad, Consultoría estadística, Modelización y control de procesos, Incertidumbre en los sistemas de medida, Modelización estadística y Estadística en Farmacia. Las actividades de los diferentes grupos son diversas, tanto en cuanto al tipo como en cuanto a la cantidad y van desde reuniones y seminarios, hasta congresos, pasando por publicaciones y visitas a empresas. También hay lo que llamamos redes locales que son grupos a nivel de país, de momento hay tres: Bélgica, Holanda y Dinamarca, si tras este artículo aumentase espectacularmente el número de miembros españoles y hubiese algún entusiasta dispuesto a coordinar y organizar actividades nos podríamos plantear constituir uno en España.

De mitad del 2002 a mitad del 2004, nueve miembros de ENBIS fuimos los promotores y “contractors” de un proyecto financiado por la Unión Europea dentro del sexto programa marco de los llamados “Thematic Networks” pensados precisamente para ayudar a establecer comunidades y redes del tipo que ENBIS planteaba. El proyecto se llamó ProENBIS (más información en: <http://www.enbis.org/pro-enbis/index.html>) y ha sido extraordinariamente útil para promover las actividades y el crecimiento de ENBIS sobretodo gracias a proporcionar fondos para viajes y visitas. Además de las 9 organizaciones contratistas principales han participado otras 24, lo que ha supuesto un buen número de profesionales de la estadística. Los resultados del proyecto están disponibles en la página mencionada.

Recientemente se ha visto cumplida, al menos en parte, una vieja aspiración de muchos miembros de ENBIS que era disponer de una publicación en papel propia. Y ello ha sido gracias a un acuerdo con la revista Scientific Computing World (tirada de 80.000 ejemplares) que incluye una sección llamada ENBIS Magazine en la que además de noticias relacionadas con el funcionamiento de la red, se publican casos de aplicación de técnicas estadísticas en forma divulgativa.

Cómo obtener más información y hacerse miembro

Desde el comienzo quedo claro que tenía que ser una red más que una sociedad y que la característica fundamental para ello es que la base para el funcionamiento de las diferentes actividades y la interacción entre los miembros tenía que ser Internet. Frecuentemente en las reuniones del comité ejecutivo se repite la frase “remember that we are a web based society” esto es lo que permite realizar muchas actividades con pocos medios. Es por ello que todos aquellos que quieran encontrar más información sobre la historia o las actividades de ENBIS la encontrarán en www.enbis.org, una página web sencilla y bien organizada a través de la cual se puede además asociarse. Los interesados tendrán además la grata sorpresa

de que gracias a la virtualidad de la organización y la colaboración desinteresada de algunos miembros personales, afiliarse es gratis!!. Bienvenidos por tanto todos los interesados en compartir y aportar sus

experiencias prácticas en la utilización de la estadística.

UN ESTADÍSTICO EN UNOS LABORATORIOS FARMACÉUTICOS

Beatriz López

beatriz.s.lopez@gsk.com

Pharmaceutical Development Department, GSK



Desde febrero de este año, realizo mi trabajo como estadística en una gran empresa farmacéutica en Madrid.

Es bien conocida nuestra labor dentro del departamento de ensayos clínicos, pero mi labor se desarrolla en el departamento de Desarrollo Farmacéutico, completamente distinto, en el que la figura del estadístico es algo experimental.

Desde el principio tuve que enfrentarme a ciertos prejuicios que serán muy comunes entre todos nosotros:

- En primer lugar, tuve que defender el trabajo y las ventajas de tener un estadístico en el equipo. Parece algo obvio pero no siempre se nos tiene en consideración. Todavía hay mucha gente que piensa que lo nuestro son sólo los estudios de mercado y siguen

tirando de otro profesional que de vez en cuando recibe algo de formación estadística. Esto demuestra, que aunque día a día estamos más valorados, queda mucho camino por delante.

- En segundo lugar, hacerles ver que mi posición no es algo experimental, si no necesaria para llevar a cabo numerosos estudios que afianzaran las decisiones que hasta ahora se realizaban más por intuición y experiencia que por otra cosa. Todos sabemos que no todo es como parece. Ciertas gráficas resumen de datos pueden ser intuitivas pero nunca definitivas.
- En tercer lugar, el hecho de haber trabajado anteriormente en una consultoría de ingeniería civil (dónde recibí los mismos comentarios) despertó ciertas dudas por lo que tuve que explicar que las técnicas estadísticas no dejan de ser válidas porque uno cambie de campo, al contrario, te enriquece sobre el manejo de las mismas.

Cambiar pequeños detalles en el proceso de fabricación y análisis de un medicamento, incluso cuando los componentes son los mismos, pueden hacer variar su efectividad y es ahí donde aparece mi papel.

Ahora que se empieza a valorar mi aportación

al departamento, las cosas están mejorando. Ya no piensan que mi trabajo sea algo extra, al contrario, y mucho más al ver que en los laboratorios homólogos repartidos por otros países, mi profesión es algo que desde hace tiempo está bastante valorada.

Desde este artículo quiero agradecer a todas las personas que cada día luchan para que nuestro trabajo tenga el reconocimiento que se merece. Nada es en vano.

4. INFORMACIÓN ACADÉMICA Y LABORAL

NOTICIAS

X CONFERENCIA ESPAÑOLA DE BIOMETRÍA

Jordi Ocaña



La décima edición del congreso de la Región Española de la Biometric Society se celebró del 24 al 28 de Mayo de este año en Oviedo, organizado por el Departamento de Psicología de la Facultad de Psicología de la Universidad de Oviedo. En opinión de la mayoría de asistentes, reflejada en la Asamblea General de la Región Española, celebrada durante el congreso, la edición de este año puso de manifiesto una progresión ascendente tanto en la organización como en el número de participantes (más de 400) y en la calidad de las conferencias y ponencias.

El programa se organizó en torno a conferencias invitadas, simposia, comunicaciones que aspiraban al Premio Jóvenes Investigadores, comunicaciones libres y posters.

V ST. PETERSBURG WORKSHOP ON SIMULATION

Jordi Ocaña



Del 26 de junio al 2 de julio de este año se celebró en San Petersburgo la quinta edición del workshop de simulación que, desde el año 1994, viene organizando el Departamento de Simulación Estocástica de la Universidad Estatal de S. Petersburgo, en colaboración con el INFORMS College of Simulation. En esta ocasión la participación española, y en especial de miembros de la SEIO, fue muy nutrida, con asistencia de profesores e investigadores de prácticamente toda España. Aparte de las normales sesiones dedicadas a la metodología de simulación y a sus aplicaciones, también hubo interesantes sesiones dedicadas a temas afines o muy vinculados a la simulación, como fiabilidad

y supervivencia, modelos de colas y diseño óptimo.

Una selección de las comunicaciones presentadas, en formato artículo, se publicará en un número especial del Journal of Statistical Planning and Inference (JSPI).

25TH EUROPEAN MEETING OF STATISTICIANS

Pere Puig



25th EMS OSLO 2005

En el pasado mes de Julio, entre los días 24 y 28, tuvo lugar la celebración de la 25ª edición del European Meeting of Statisticians en el marco acogedor de la ciudad de Oslo. Estos congresos, que tienen lugar aproximadamente cada 2 años, reúnen una gran cantidad de investigadores en Estadística procedentes de todos los países del mundo.

El evento contó con 8 conferencias plenarias y muchas sesiones paralelas, de las cuales 25 de ellas fueron dedicadas a “invited papers” y 55 a “contributed papers”. También tuvieron su presencia 2 sesiones de posters.

La gran calidad de las conferencias plenarias estuvo avalada por nombres como Jean Bertoin, Laurie Davis, David Donoho o Neil Shephard, entre otros. La participación española en el congreso fue numerosa destacando, como es habitual, el elevado nivel de las comunicaciones presentadas.

El peso de la organización fue llevado principalmente por Arnoldo Frigessi quien, como referencia para los futuros organizadores del 26th EMS que se celebrará en Torun (Polonia) en el 2006, ha dejado el listón muy alto.

IX CONFERENCIA INTERNACIONAL ZARAGOZA-PAU DE MATEMÁTICA APLICADA Y ESTADÍSTICA

Durante los días 19 al 21 de Septiembre se ha celebrado en la Residencia Universitaria de Jaca la IX Conferencia Internacional Zaragoza-Pau de Matemática Aplicada y Estadística. Esta conferencia se celebra bienalmente en Jaca organizada por las Universidades de Zaragoza y Pau y está financiada con fondos aportados por la Unión Europea y los Gobiernos regionales.

En ella han participado alrededor de 150 matemáticos y estadísticos procedentes de diversos países europeos, americanos y del Magreb que han presentado 106 comunicaciones y conferencias invitadas.

Durante esta conferencia, se han presentado avances científicos desarrollados en los campos de la matemática aplicada y la estadística, con especial énfasis en las aplicaciones de los mismos.

En particular, se han presentado modelos estadísticos y matemáticos aplicados al campo de la medicina, entre ellos un modelo que mejora el sistema de listas de espera en niños y otros modelos de apoyo a las decisiones médicas. También se han analizado diversos problemas climatológicos, en particular, las sequías y olas de calor y otros problemas medioambientales que afectan a las dos vertientes de los Pirineos.

Dentro de los actos de la Conferencia también se ha presentado el ATLAS ESTADÍSTICO DE LOS PIRINEOS, en cuya realización han participado todas las regiones españolas y francesas de los Pirineos, así como el Principado de Andorra. El Atlas constituye una fotografía de la situación económica, social y de todo tipo de las regiones Pirenaicas.

La obtención de datos útiles que permitan conocer la situación de territorios extensos y despoblados también ha sido foco de atención en diversas ponencias.

Las presentaciones técnicas se han complementado en esta edición con una

exposición denominada mARTEmáticas en la que se ha podido apreciar la intensa relación del mundo del arte con las matemáticas en los distintos momentos de la Historia.

INTERNATIONAL WORKSHOP ON SPATIO-TEMPORAL MODELLING (METMA3)



El Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Pública de Navarra organiza los días 27, 28 y 29 de Septiembre de 2006 el próximo **International Workshop On Spatio-Temporal Modelling (METMA3)**. Este workshop es el tercero de estas características que se celebra en España y por ello recibe el nombre de METMA3. La participación de numerosos ponentes de otros países ha llevado a denominarlo internacional, pero no por ello se quiere minimizar el impacto de este workshop en nuestro país y los organizadores animan a los miembros de la SEIO a participar en este evento. La conferencia de apertura la impartirá el profesor Noel Cressie, pero cuenta también con la presencia de numerosos expertos nacionales e internacionales en el área. La información más detallada se encuentra en el sitio web <http://www.unavarra.es/metma3/>, y la dirección electrónica de contacto es: metma3@unavarra.es.

PROGRAMA DE DOCTORADO DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA EN GALICIA



El curso 2005-2007 se pondrá en marcha el Programa de Doctorado (con Mención de

Calidad), organizado conjuntamente por el Dpto. de Matemáticas (Univ. de La Coruña), Dpto. de Estadística e Investigación Operativa (Univ. de Santiago de Compostela) y Dpto. de Estadística e Investigación Operativa (Univ. de Vigo). Además, existe la posibilidad de obtener becas propias del programa.

Para más información consultar la página Web <http://eio.usc.es/pub/3ciclo/index.html> o bien contactar con

- Juan Vilar: ejvilar@udc.es (Univ. de A Coruña)
- César Sánchez Sellero: csellero@usc.es (Univ. de Santiago de Compostela)
- Ángeles Saavedra: saavedra@uvigo.es (Univ. de Vigo)

NUEVAS REVISTAS

The first issue of the new electronic journal **BAYESIAN ANALYSIS** has been published at <http://ba.stat.cmu.edu>. This new journal is sponsored by the International Society for Bayesian Analysis (ISBA). Its founding editors are Alicia Carriquiry, Phil Dawid, David Heckerman, Xiao-Li Meng, Christian Robert, Fabrizio Ruggeri, and Dalene Stangl. **BAYESIAN ANALYSIS** seeks to publish a wide range of articles that demonstrate or discuss Bayesian methods in some theoretical or applied context. The journal welcomes submissions involving presentation of new computational and statistical methods; reviews, criticism, and discussion of existing approaches; historical perspectives; description of important scientific or policy application areas; case studies; and methods for experimental design, data collection, data sharing, or data mining. Evaluation of submissions is based on importance of content and effectiveness of communication.

The goal is to provide reports to authors within 10 weeks of submission on at least 80% of articles submitted. They have achieved this goal for the approximately 50 papers handled to date.

Noticias INE

INEbase Historia

Con el nombre INEbase Historia se ha inaugurado en la página web de INE una nueva sección. Se trata de una biblioteca virtual que proporciona acceso al amplio fondo histórico de publicaciones del INE que hasta ahora sólo estaba disponible para su consulta en formato impreso o microfichas en las dependencias del Instituto. Para cada libro se han catalogado las tablas una a una a partir de los índices originales de las publicaciones, de forma que el usuario navega por el índice de la publicación para encontrar lo que busca.

El proyecto INEbase Historia se ha iniciado incorporando los anuarios estadísticos más antiguos, comenzando por el de 1858, así como los censos de población oficiales. En este último caso se ha comenzado con el censo de 1900. El fondo documental disponible en esta biblioteca virtual irá creciendo en los próximos meses, con la incorporación de nuevas publicaciones

Acceso: Desde la página principal

www.ine.es, en INEbase, sección Historia
Acceso directo:
<http://www.ine.es/inebaseweb/welcome.do>

Actualidad estadística

Master en Estadística Aplicada y Estadística para el Sector Público. Segunda edición 2005-2006

El Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Universidad de Alcalá de Henares con la colaboración de la Fundación CIFF (Centro Internacional de Formación Financiera) organizan la tercera edición del Master Universitario en Estadística Aplicada y Estadística para el Sector Público dirigido a licenciados que desean desarrollar su actividad profesional en la estadística especializada, a un nivel equivalente al exigido en los servicios estadísticos de organismos públicos y al perfil demandado por empresas de Investigación de Mercado, Servicios de Estudio de Entidades Financieras y grandes empresas.

Toda la información sobre este Master está disponible en www.ciff.net

CURSOS Y SEMINARIOS

Próximos cursos que organiza la Escuela de Estadística de las Administraciones Públicas

La Escuela de Estadística de las Administraciones Públicas (EEAP), dependiente del INE, tiene por objetivo la formación en Estadística del personal de las Administraciones Públicas y otros colectivos sociales que así lo requieran. Los cursos que imparte la EEAP versan sobre encuestas y estadísticas que realiza el INE, sobre técnicas estadísticas, sobre el marco legal de la función estadística pública, y otros temas de interés.

El programa para los meses de octubre y noviembre es el siguiente:

18, 19 y 20 de octubre curso sobre Depuración e imputación de datos cuantitativos

25, 26 y 27 de octubre curso sobre Proyecciones de población. Fuentes para estudiar sus componentes: Movimiento Natural de Población y Padrón municipal

15, 16 y 17 de noviembre curso sobre Elaboración de Indicadores. Indicadores económicos e Indicadores Sociales. Análisis para conocer el seguimiento de la coyuntura.

Toda la información sobre la Escuela de Estadística en
<http://www.ine.es/ine/eeaapp/escuela.htm>

TESIS

TRATAMIENTO BAYESIANO DE LOS JUICIOS EN EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

Autor: Alfredo Altuzarra Casas
 Directores: José María Moreno Jiménez y Manuel Salvador Figueras
 Lugar: Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza
 Fecha: 8 de marzo de 2005.

Resumen: La segunda etapa del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) consiste en la obtención de las prioridades de los elementos considerados en una jerarquía. La mayoría de los métodos empleados, en especial el del autovector propuesto por Saaty (1977), no tienen una justificación estadística, lo que limita su aplicación y cuestiona su validez.

La Tesis aborda el problema de priorizar un conjunto de alternativas mediante la utilización de AHP, pero desde una perspectiva estadística, incorporando un enfoque bayesiano. Se propone un nuevo procedimiento de priorización válido en el ámbito local y global, que aprovecha el potencial calculista de los Métodos MCMC tanto en el caso de matrices completas como matrices en las que algún juicio es impreciso o no se ha emitido.

La metodología bayesiana permite realizar inferencias de las prioridades, tanto de la primera seleccionada (Problema P. α) como de las estructuras de preferencias (Problema P. γ). Además, el Análisis Bayesiano ayuda en la extracción de conocimiento, analizando la influencia de un juicio en la estimación de las prioridades y en el cálculo de la consistencia.

APLICACIONES DE LA SIMULACIÓN MATEMÁTICA A LA FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE SISTEMAS COMPLEJOS

Autor: Angel Alejandro Juan Pérez.

Directores: Vicente Bargueño y Javier Faulin
 Lugar: Departamento de Matemática Aplicada I. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
 Fecha: 29 de Abril de 2005

Resumen: Teniendo en cuenta las severas limitaciones que presentan los métodos analíticos a la hora de determinar la fiabilidad y la disponibilidad en sistemas complejos, nace este trabajo con el objetivo principal de desarrollar algoritmos matemáticos, basados en técnicas de simulación, que ayuden a ingenieros y responsables de sistemas en la difícil tarea de diseñar sistemas más fiables y con un mayor grado de disponibilidad, cuestiones ambas muy relacionadas con la calidad y la seguridad del servicio ofrecido.

Así, las dos problemáticas planteadas (determinar, por un lado, la fiabilidad de un sistema complejo y, por otro, su disponibilidad) se abordan de forma original con el uso combinado de conceptos procedentes de ámbitos tan diversos como la simulación de Monte Carlo y de Eventos Discretos, la teoría matemática de fiabilidad y disponibilidad de sistemas, la inferencia estadística y la programación en C/C++. Como resultado, se obtienen tres algoritmos, SREMS_A1, SAEDES_A1 y SAEDES_A2, los cuales ofrecen en su conjunto una solución eficaz a ambas problemáticas: el algoritmo SREMS_A1 permite estimar la fiabilidad de sistemas complejos a partir de la fiabilidad de sus componentes y de la estructura lógica del sistema; por su parte, el algoritmo SAEDES_A1 hace lo propio con la disponibilidad de sistemas complejos; finalmente, el algoritmo SAEDES_A2 supone un algoritmo alternativo –y, en general, superior en eficiencia computacional- al SAEDES_A1. En la parte final de la memoria, los tres algoritmos han sido implementados como programas informáticos y contrastados, ofreciendo

resultados positivos en todos los casos estudiados.

ESSAYS ON COMPETITION AND COOPERATION IN GAME THEORETICAL MODELS

Autor: Julio González Díaz.

Directores: Ignacio García Jurado Y Estela Sánchez Rodríguez.

Lugar: Dpto. de Estadística e Investigación Operativa, Univ. de Santiago de Compostela:

Fecha: 29 de Junio de 2005.

Resumen: En esta tesis se presenta una recopilación de varios trabajos en el ámbito de la teoría de juegos. En la primera parte se estudian diversos modelos de juegos no cooperativos. El capítulo inicial de esta parte de la tesis consiste en el estudio de una familia especial de "timing games", obteniendo un resultado de existencia y unicidad del equilibrio de Nash en esta clase de juegos. El núcleo de esta primera parte de la tesis consiste en los modelos de juegos repetidos, estudiándose detalladamente

distintos "folk theorems" que se pueden obtener tanto en el contexto clásico como en el contexto de los compromisos unilaterales. En particular, dentro del contexto clásico se ha obtenido un "Nash folk theorem" generalizado para juegos finitamente repetidos. Finalmente se presentan diversos resultados relativos a un enfoque no cooperativo de los problemas de bancarrota.

La segunda parte de la tesis se centra en el estudio de los juegos cooperativos, y más concretamente, en la geometría que subyace a los juegos cooperativos con utilidad transferible. En uno de los capítulos se presenta una caracterización geométrica del tau valor, una conocida solución para este tipo de juegos. El tema más importante de esta segunda parte de la memoria es la introducción de una nueva regla de asignación: el core-center. Las propiedades de esta nueva regla de asignación se estudian pormenorizadamente. Además, se presenta una caracterización axiomática del core-center y también se discute la conexión entre el core-center y el valor de Shapley para la clase de juegos convexos.

OPORTUNIDADES DE TRABAJO

AUSTRALIAN GRADUATE SCHOOL OF MANAGEMENT (AGSM)

AGSM is hoping to hire a new faculty member in Statistics to start some time during the calendar year 2006. At this stage we are considering possible candidates at any level and are seeking expressions of interest. We expect to formally advertise a position before the end of 2005.

The AGSM is regularly rated as the best business school in Australia and one of the best in the region. The AGSM is a joint venture between the University of Sydney and the University of New South Wales. We have a faculty of around 42 full time academics, but there are close research links

with faculty at the University of New South Wales (where the AGSM is located). You can find more information about the School at www.agsm.edu.au.

The School has an established area of research excellence in decision sciences and we would like whoever is appointed to this position to complement this research strength, which includes people working in the areas of strategy, OB and marketing. This focus on decision-making in a business context may make the position particularly suited for someone who works in the Bayesian framework.

The characteristics of the person we are looking for are as follows:

1. A strong research record with a record of (or potential for) publishing in tier 1 journals (like JASA).
2. The ability to be successful in the classroom with our MBA students.
3. The ability to interact on research with other faculty across the School, particularly within the School's research strength in Decision Sciences.
4. The ability to teach outside of core Statistics areas on topics such as Data Mining, Decision Analysis or Econometrics (there are opportunities in these areas for executive teaching as well).

Contact directly Professor Eddie Anderson on eddiea@agsm.edu.au.

PUBLICACIONES Y SOFTWARE

BIOESTADÍSTICA AMIGABLE

Miguel Ángel Martínez-González, Jokin de Irala y Javier Faulin Fajardo (2003).

Bioestadística Amigable. Ed. Díaz de Santos (C/ Doña Juana I de Castilla, 22, 28027 Madrid). ISBN 84-7978-500-4. 501 páginas. Precio: 36 euros.

En este libro se ha planteado el reto de hacer asequible la Bioestadística a un amplio espectro de lectores: desde los estudiantes de Medicina y carreras biosanitarias a muchos profesionales del ámbito de la Salud y la Sanidad. El presente texto desarrolla el programa completo habitual de una asignatura de Bioestadística en el primer ciclo de los estudios de Medicina. De igual modo, pretende ser una ayuda a profesionales con años de ejercicio que tratan de enfrentarse a un plan de recogida de datos y su posterior análisis estadístico.

El tratamiento que se hace en el texto de los temas clásicos de la Bioestadística requiere del uso de diversos programas informáticos, siendo los más empleados el SPSS para Windows y el Excel de Microsoft. Cada procedimiento se explica por lo tanto con un doble enfoque, el de un libro de texto clásico, que describe los fundamentos y los cálculos que habría que hacer *a mano* y el de un manual de un paquete informático. Se usa el mismo ejemplo numérico para ambas aproximaciones, lo que facilita la síntesis y la comprensión. Está prevista una nueva edición para finales del año 2006 que incorpore también la resolución de problemas a través del paquete informático STATA.

Este libro puede ser de gran utilidad para investigadores, estudiantes de doctorado, estudiantes de licenciatura y profesionales del área biosanitaria, así como para cualquier persona interesada en las aplicaciones de la Estadística en el ámbito de la Sanidad.

PUBLICACIONES EDITADAS POR EL INE EN JULIO Y AGOSTO DE 2005

Estadística Española nº 159. Volumen 47, mayo-agosto 2005

203 páginas. 15,50 € IVA incluido

Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud. Informe general

444 páginas. 30 € IVA incluido

INEbase. Agosto 2005

CD-Rom. Precio del ejemplar: 17,28 € IVA incluido. Suscripción anual: 151,14 € IVA incluido

Contenido:

EPA. Principales resultados 1º y 2º trimestre 2005

EPA. Resultados detallados 1º y 2º trimestre 2005

EPA. Módulo año 2004. Organización y duración de la jornada laboral

Encuesta de ocupación en apartamentos

turísticos 2004

Encuesta de ocupación en acampamentos
turísticos 2004

Encuesta de ocupación hotelera 2004

Encuesta sobre el suministro y tratamiento
del agua 2003

Encuesta sobre el uso del agua en el sector
agrario 2003

Estadística de morbilidad hospitalaria 2003

Encuesta anual de servicios 2003

Encuesta anual de comercio 2003

Panel de hogares. Evolución de la muestra
durante el período 1994-2001

Directorio central de empresas (DIRCE)
2005

Encuesta de salud y hábitos sexuales 2003
(tabulación completa)

INEbase. Julio 2005

CD-Rom. Precio del ejemplar: 17,28 € IVA
incluido. Suscripción anual: 151,14 € IVA
incluido

Contenido:

Boletín Mensual de Estadística. Número 163
- Julio 2005

Estadística de variaciones residenciales 2004

Encuesta de ocupación en alojamientos de
turismo rural 2004

Índice de Coste Laboral Armonizado. ICLA.
Serie desde año 2000

Boletín Mensual de Estadística. Número 130. Julio 2005.

348 páginas, incluye CD-Rom.

Precio del ejemplar: 17 €. IVA incluido.

Suscripción anual: 135,50 € IVA incluido

Encuesta de Población Activa. Segundo trimestre 2005

CD-Rom. Precio del ejemplar: 15,06 € IVA
incluido.

Suscripción 4 CD-Rom anuales. Precio:
55,77 € IVA incluido

Suscripción 4 CD-Rom anuales, más
publicación impresa de Principales resultados
y cualquier otra publicación en papel relativa
a la EPA que se edite. Precio: 60,50 € IVA
incluido:

Contenido:

EPA (metodología 2005). Principales
resultados. Segundo trimestre 2005

EPA (metodología 2005). Resultados
detallados. Segundo trimestre 2005

Encuesta de Población Activa. Primer

trimestre 2005

CD-Rom. Precio del ejemplar: 15,06 € IVA
incluido.

Suscripción 4 CD-Rom anuales. Precio:
55,77 € IVA incluido

Suscripción 4 CD-Rom anuales, más
publicación impresa de Principales resultados
y cualquier otra publicación en papel relativa
a la EPA que se edite. Precio: 60,50 € IVA
incluido:

Contenido:

EPA (metodología 2005). Principales
resultados. Primer trimestre 2005

EPA (metodología 2005). Resultados
detallados. Primer trimestre 2005

EPA (metodología 2005). Módulo año 2004.
Organización y duración de la jornada laboral

1. Reseña de algunas publicaciones

Estadística Española nº 159. Volumen 47, mayo-agosto 2005

Desde 1958 y con periodicidad cuatrimestral,
el INE edita la Revista Estadística Española
con la intención de estimular y difundir las
investigaciones estadísticas de todos los
científicos españoles. El objetivo de la
Revista Estadística Española es doble: por
una parte, se concibe como un medio de
comunicación para que los usuarios de las
estadísticas oficiales conozcan con
profundidad la metodología en la que se basa
su elaboración y, por otra, como un foro de
análisis y discusión de la metodología
estadística y sus aplicaciones. 230 páginas.
15,50 € IVA incluido

Boletín Mensual de estadística.

BME El BME es una publicación de síntesis
que recoge un amplio conjunto de
indicadores, abarcando los aspectos
demográficos, sociales y económicos de
nuestro país. Los datos que se incluyen,
básicamente nacionales, son los que se
consideran más relevantes, con
independencia de su fuente de procedencia, y
siempre que la calidad y actualidad estén
garantizadas. Para algunos temas se ofrecen
también desgloses regionales y
comparaciones con otros países de nuestro
entorno económico. Los indicadores que
recoge tienen una alta frecuencia de
aparición, mensual o trimestral. Como apoyo
de los datos numéricos se incluyen también
descripciones metodológicas.

Precio del ejemplar: 17 €. IVA incluido
 Suscripción anual: 135,50 € IVA incluido

CONGRESOS

2005

SEPTIEMBRE

- 6 GOR-TUTORIAL "BUSINESS INTELLIGENCE", Bremen, Germany.
- 6-10 OPERATIONAL RESEARCH PERIPATETIC POST-GRADUATE PROGRAMME (ORP3) 2005, Valencia, Spain. <http://www.orp3.com>
- 7-9 2005 ANNUAL INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF THE GERMAN OPERATIONS RESEARCH SOCIETY (GOR), Bremen, Germany. Inf: <http://www.logistik.uni-bremen.de>
- 8-9 IX CONGRESO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN que se celebrará en Gijón. Inf: <http://cio2005.uniovi.es>
- *9-11 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONS AND QUANTITATIVE MANAGEMENT, Indore, India.
- *10-16: EMS SUMMER SCHOOL AND SÉMINAIRE EUROPÉEN DE STATISTIQUE, STATISTICS IN GENETICS AND MOLECULAR BILOGY, Warwick, UK. Inf: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/statistics/news/semstat/>
- 12-16 CURSO ECAS "REGRESSION QUANTILES AND APPLICATIONS", this course will focus on Regression Quantiles and Applications, Belgium. Inf: <http://www.ulb.ac.be/soco/lmtd/ecas2005>
- *12-13 ADVANCED COURSE ON COMBINATORICS, Barcelona, Spain. Inf: RecentTrends@crm.es, <http://www.crm.es/RecentTrends>
- 13-16 JOINT EWGT MEETING AND MINI-EURO CONFERENCE, Poznan, Poland.
- 14-16 IX CONGRESO DE METODOLOGÍA DE LAS CIENCIAS SOCIALES Y DE LA SALUD, Universidad de Granada. Inf: <http://www.ugr.es/~cmetodo/>
- 14-16 FIFTH ANNUAL MEETING OF ENBIS. Newcastle upon Tyne, UK Inf: www.enbis.org
- 16-17 EIGHTH WORKSHOP ON CASE STUDIES IN BAYESIAN STATISTICS, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA. Inf: <http://www.stat.cmu.edu/bayesworkshop/2005/goodstudy.html>.

- *16-20 ICNAAM 2005: INTERNATIONAL CONFERENCE OF NUMERICAL ANALYSIS AND APPLIED MATEMATICS, Rhodes, Greece.
- 18-22 2005 INTERNATIONAL WORKSHOP ON GLOBAL OPTIMIZATION GO05, Almería, Spain. Inf: <http://dali.ace.ual.es/~go05/>
- 19-21 IX ZARAGOZA-PAU CONFERENCE ON APPLIED MATHEMATICS AND STATISTICS. It is held in Jaca (Spain). Inf: <http://pcmap.unizar.es/~jaca2005/>.
- 21-23 SEMINARIO SOBRE “SISTEMAS ESTADÍSTICOS NACIONALES EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL MERCOSUR”. Organizado conjuntamente por el IASI y el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Uruguay. Inf: fabpan@cwpanama.net, oandina@ine.gub.uy
- 21-23 TALLER REGIONAL SOBRE “SISTEMAS ESTADÍSTICOS NACIONALES”. Inf: e-mail: oandina@ine.gub.uy , fabpan@cwpanama.net
- *22-23 GOR-AG “PROGNOSEVERFAHREN”:SITZUNG DER ARBEITSGRUPPE, Nürnberg, Germany.

OCTUBRE

- 4-6 LM 05: LOGISTIK MANAGEMENT 2005, Dresden, Germany.
- 5-8 WORKSHOP ON STATISTICS IN GENOMICS AND PROTEOMICS, Hotel Estoril Eden, Monte Estoril, Portugal. Inf: <http://wsgp.deio.fc.ul.pt>
- 19-21 THE 2ND COMPOSITIONAL DATA ANALYSIS WORKSHOP (CODAWORK'05). Universitat de Girona Inf: <http://ima.udg.es/Activitats/CoDaWork05/>
- *20-21 GOR-AR “PRAXIS DER MATHEMATISCHEN OPTIMIERUNG”: SITZUNG DER ARBEITSGRUPPE, Bad Honnef, Germany.
- 26-28 I CONGRESSO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL DA GALIZA E NORTE DE PORTUGAL / VII CONGRESSO GALEGO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓNS. Guimarães (Portugal). Inf: <http://www.mct.uminho.pt/ceio2005/>
- *26-28 ALIO/EURO:5TH ALIO/EURO CONFERENCE ON COMBINATORIAL OPTIMIZATION, Paris, France.
- 28-31 3RD WORLD CONFERENCE ON COMPUTATIONAL STATISTICS & DATA ANALYSIS Amathus Beach Hotel, Limassol, Cyprus. Inf: <http://www.csdasn.org/europe/csda2005/>

NOVIEMBRE

- *7-8 IIP 2005:: INTERNATIONAL WORKSHOP “CHALLENGES FOR INDUSTRIAL PRODUCTION”, Karlsruhe, Germany.
- 10-12 HIBIT 05: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HEALTH INFORMATICS AND

BIOINFORMATICS, Belek, Antalya, Turkey.

*12-13 CIST 05: INFORMS CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY, New Orleans, USA.

13-16 INFORMS ANNUAL MEETING 2005, New Orleans, USA.

23-25 18TH MINI EURO CONFERENCE ON VNS, Tenerife, Spain. Inf: <http://www.mecvns.com>

24-25 11. MAGDEBURGER LOGISTIKTAGUNG, Magdeburg, Germany.

DICIEMBRE

4-7 INFORMS WINTER SIMULATION CONFERENCE, Orlando, USA.

*4-7 APIEMS 05: 6TH ASIA PACIFIC INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT CONFERENCE, Manila, Philippines.

*19-21 ICORD V: INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, Jamshedpur, India.

2006

ENERO

*16-18 APORS 2006: 7TH CONFERENCE OF THE ASSOCIATION OF ASIA-PACIFIC OPERATIONAL RESEARCH SOCIETIES, Manila, Philippines

FEBRERO

*9-11 WKOR 2006: TAGUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN KOMMISSION "OPERATIONS RESEARCH" DES VERBANDES DER HOCHSCHULLERHRER FÜR BWL IM RAHMEN DER 500 JAHR-FEIER DER EUROPA UNIVERSITÄT VIADRINA, Frankfurt/Oder, Germany

MARZO

20-24 CONFERENCE ON STOCHASTICS IN SCIENCE. In Honor of Ole E. Barndorff-Nielsen's 71st birthday. CIMAT, Guanajuato, Mexico. Inf: www.cimat.mx/Eventos/oebn-conference, pabreu@cimat.mx

MAYO

15-17 ILS 06: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN, Lyon, France.

*15-19 XXIX CONGRESO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA, Tenerife. Inf: www.seio2006.ull.es.

17-19 12TH IFAC SYMPOSIUM ON INFORMATION CONTROL PROBLEMS IN MANUFACTURING INCOM'2006, 2006 à Saint Etienne France. Inf: www.emse.fr/incom06/call_for_papers.html

28-31 SSC-2006: ANNUAL MEETING OF THE STATISTICAL SOCIETY OF CANADA, London, Ontario, Canada. Inf: bellhouse@stats.uwo.ca

JUNIO

3-7 SECOND MADRID CONFERENCE ON QUEUEING THEORY, Faculty of Informatics, Complutense University of Madrid. Inf: mc_qt@mat.ucm.es, <http://www.mat.ucm.es/~mcqt/confe06/conf06.html>

5-9 PROBASTAT 2006 FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROBABILITY and STATISTICS, Smolenice Castle, Slovakia. Inf: <http://aiolos.um.savba.sk/~viktor/probastat.html>

8-11 XIX REUNIÓN ANUAL DE LA SOCIEDAD DE ECONOMÍA APLICADA ASEPELT ESPAÑA. Badajoz. Inf: <http://asepelt2005.eweb.unex.es/>

*25-28 INFORMS INTERNATIONAL HONG KONG 2006, Hong Kong, China

JULIO

2-5 EURO XXI CONFERENCE 2006, Reykjavik, Iceland.

2-7 ICOTS-7: SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING STATISTICS, to be held in Salvador, Bahía, Brazil. Inf: <http://www.maths.aotago.ac.bz/icots7>, batanero@ugr.es

16-21 XXIIIRD INTERNATIONAL BIOMETRIC CONFERENCE, to be held in Montreal, Quebec, Canada. Inf: <http://www.tibs.org>

AGOSTO

6-10 2006 JOINT STATISTICAL MEETINGS, to be held in Seattle, Washington, USA. Inf: www.amstat.org/meetings/index.cfm?fuseaction=main, jsm@amstat.org

22-30 INTERNATIONAL CONGRESS OF MATHEMATICIANS MADRID 2006 (ICM-2006). Inf: <http://www.icm2006.org>

28-1 17TH COMPSTAT SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR STATISTICAL COMPUTING (COMPSTAT 2006), Rome. Inf: <http://w3.uniroma1.it/compstat2006/>

SEPTIEMBRE

6-8 OR 2006 :JAHRESTAGUNG 2006 DER GOR, Karlsruhe, Germany.

NOVIEMBRE

*5-8 INFORMS ANNUAL MEETING 2006, Pittsburgh, USA.

2007

JUNIO

18-21 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ESTABLISHMENT SURVEYS III, in Montreal, Quebec, Canada. Inf: ices3@census.gov.

JULIO

*8-11 INFORMS INTERNATIONAL PUERTO RICO 2007, Rio Grande, Puerto Rico.

29-2 2007 JOINT STATISTICAL MEETINGS, to be held in Salk Lake City, Utah, USA. Inf: www.amstat.org/meetings/index.cfm?fuseaction=main, jsm@amstat.org.

AGOSTO

22-29 INTERNATIONAL STATISTICAL INSTITUTE (ISI) to be held in Lisboa, PortugalS MADRID 2006 (ICM-2006). Inf: isi@cbs.nl

2008

AGOSTO

3-7 2008 JOINT STATISTICAL MEETINGS, to be held in Denver, Colorado, USA. Inf: www.amstat.org/meetings/index.cfm?fuseaction=main, jsm@amstat.org

2009

AGOSTO

2-6 2009 JOINT STATISTICAL MEETING to be held in Washington, D.C., USA. Inf: jsm@amstat.org, [http:// www.amstat.org/meetings/index.cfm?fuseaction=main](http://www.amstat.org/meetings/index.cfm?fuseaction=main).

16-22 INTERNATIONAL STATISTICAL INSTITUTE (ISI) 57th BIENNAL SESSION, to be held in Durban, South Africa. Inf: isi@cbs.nl

ALTAS Y BAJAS DE SOCIOS

ALTAS MES DE JULIO

Angel Berihuete Macías

BAJAS MES DE JULIO

Gustavo Matías Clavero

Corresponsales:

Luz Brana Rey
luzmari@ine.es
Instituto Nacional de Estadística

Ana Justel
ana.justel@uam.es
Universidad Autónoma de Madrid

Isabel Molina Peralta
imolina@est-econ.uc3m.es
Universidad Carlos III de Madrid

Javier Yañez Gestoso
jayage@mat.ucm.es
Universidad Complutense de Madrid

Francisco Callealta Barroso
franciscoj.callealta@uah.es
Universidad de Alcalá de Henares

Fernando Reche Lorite
freche@ual.es
Universidad de Almería

Luis Antonio Sarabia Peinador
lsarabia@ubu.es
Universidad de Burgos

Araceli Tuero
tueroma@unican.es
Universidad de Cantabria

Juan Luis González Caballero
juanluis.gonzalez@uca.es
Universidad de Cádiz

José María Caridad y Ocerín
ccjm@uco.es
Universidad de Córdoba

Miguel González Velasco
mvelasco@unex.es
Universidad de Extremadura

Rocío Raya Miranda
rraya@ugr.es
Universidad de Granada

Beatriz Hernández Jiménez
beatriz.hernandez@dmat.uhu.es
Universidad de Huelva

Emilio Lozano Aguilera
elozano@ujaen.es
Universidad de Jaén

David Alcaide López de Pablo
dalcaide@ull.es
Universidad de la Laguna

Juan Carlos Fillat Ballesteros
juan-carlos.fillat@dmc.unirioja.es
Universidad de la Rioja

María Eva Vallejo Pascual
ddeepv@unileon.es
Universidad de León

Lázaro Cánovas
lcanovas@um.es
Universidad de Murcia

Carmen Morcillo Aixelá
aixela@uma.es
Universidad de Málaga

Susana Montes Rodríguez
montes@uniovi.es
Universidad de Oviedo

María Teresa Santos Martín
maysam@gugu.usal.es
Universidad de Salamanca

Antonio Beato Moreno
beato@us.es
Universidad de Sevilla

M^a Cruz Valsero Blanco
mcruz@eio.uva.es
Universidad de Valladolid

Fernando Plo
fplo@unizar.es
Universidad de Zaragoza

Marc Almiñana Alemany
marc@umh.es
Universidad Miguel Hernandez

Maria del Pilar Moreno Navarro
mpmornav@upo.es
Universidad Pablo de Olavide

Ana Fernández Militino
militino@unavarra.es
Universidad Pública de Navarra

Antonio Alonso Ayuso
antonio.alonso@urjc.es
Universidad Rey Juan Carlos

José Antonio Vilar Fernández
eijoseba@udc.es
Universidade da Coruña

María José Lombardía Cortiña
mjoselc@usc.es
Universidade de Santiago de Compostela

Alberto Rodríguez Casal
arodriguez@uvigo.es
Universidade de Vigo

Jordi Ocaña
jocana@ub.edu
Universitat de Barcelona

Vera Pawlowsky-Glahn
vera.pawlowsky@ima.udg.es
Universitat de Girona

Carles Capdevila Marques
ccm@matematica.udl.es
Universitat de Lleida

José Domingo Bermúdez Edo
Jose.D.Bermudez@uv.es
Universitat de Valencia

Pilar Muñoz
pilar.munyo@upc.edu
Universitat Politècnica de Catalunya

Javier Alcaraz Soria
jalcaraz@eio.upv.es
Universitat Politècnica de Valencia

Dolores Romero Morales
Dolores.Romero-Morales@said-business-school.oxford.ac.uk
University of Oxford

