



Nuestra portada:

*Campaña GPS en  
Santiago de Compostela  
(fotografía cedida por  
Leica Geosystems, S.A.)*

**Vol. XIX - N.º 108**  
**Enero-Febrero**  
**2002**

DIRECTOR  
**Carlos Barrueso Gómez**

\*

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio  
Oficial de Ingenieros Técnicos  
en Topografía

\*

DIRECCION, REDACCION,  
ADMINISTRACION Y  
PUBLICIDAD

Avenida de la Reina  
Victoria, 66, 2.º C  
28003 Madrid  
Teléfono 91 553 89 65  
Fax: 91 533 46 32

Depósito Legal: M-12.002-1984  
ISSN: 0212-9280

Título clave: TOPCART  
Topografía y Cartografía

Fotocomposición e impresión:  
ALBADALEJO, S.L.

Los trabajos publicados expresan sólo  
la opinión de los autores y la Revista  
no se hace responsable de su contenido.

Prohibida la reproducción parcial o total  
de los artículos sin previa autorización  
e indicación de su origen.

Esta revista ha sido impresa en papel  
ecológico



## Sumario

DART Aplicación Informática para el Diseño y Ajuste de Redes Topográficas: (y II) Ajuste Altimétrico, GPS y Diseño de Redes Planimétricas	3
Silverio García Cortés, Benjamín Sánchez Fernández y Eugenio Sáez García	
Los Sistemas de Referencia en la práctica: El papel de las Organizaciones Profesionales, Científicas, Comerciales y de Normalización	14
Paul Cross, Matt Higgins y Roger Lott	
Estimación de la Fiabilidad en un Simulador de Redes de Fotogrametría terrestre	28
Diego González Aguilera	
Compensación de una Poligonal por Mínimos Cuadrados: Ecuaciones de Observación	38
Juan Pedro Carpio Hernández	
Legislación: El Proceso Monitorio en la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil	45
José Antonio Tomé García	
Datos facilitados por el Observatorio Astronómico Nacional	54
Vida Profesional	62
Novedades Técnicas	70
Bibliografía	76
Índice Comercial	79

# DART Aplicación Informática para el Diseño y Ajuste de Redes Topográficas: (y II) Ajuste Altimétrico, GPS y Diseño de Redes Planimétricas

Silverio García Cortés, Benjamín Sánchez Fernández y Eugenio Sáez García

ÁREA DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

## 1. INTRODUCCIÓN

Este artículo continúa describiendo el manejo de la aplicación DART (Diseño y Ajuste de Redes Topográficas), desarrollada en el Departamento de Explotación y Prospección de Minas de la Universidad de Oviedo y cuyo objetivo es resolver, mediante mínimos cuadrados, ajustes de redes topográficas.

En esta segunda parte se abordan únicamente los aspectos relacionados con la funcionalidad y el manejo del programa en los aspectos concernientes a la resolución de ajustes altimétricos (nivelación trigonométrica y geométrica), ajuste de baselines GPS y diseño de redes planimétricas.

El programa se ejecuta sobre el espacio de trabajo de Matlab®, en su versión 5.3 o superior, y ha sido empleado en la resolución de ajustes de redes dentro del Área de Ingeniería Cartográfica de la Universidad de Oviedo.

## 2. AJUSTES ALTIMÉTRICOS

El módulo de ajuste altimétrico permite resolver ajustes correspondientes a las nivelaciones trigonométricas y geométricas. En el caso de la nivelación trigonométrica, el vector de los desniveles es calculado a partir de los datos de ángulos cenitales, distancias, alturas del instrumento y de la señal de puntería. El cálculo del desnivel entre dos estaciones tiene en cuenta la esfericidad y la refracción, pudiendo desactivarse estas correcciones en la ventana de propiedades del ajuste. En el caso de la nivelación geométrica, el usuario suministra en el fichero de entrada de datos los desniveles ya calculados entre dos puntos de la red de nivelación.

En ambos casos de nivelación el tipo de restricciones que se pueden imponer es el mismo, esto es, uno o varios de los nodos de la red con una cota de valor fijo establecido, sin embargo son diferentes las opciones de

asignación de pesos que se permiten en ambas modalidades de nivelación. En la nivelación trigonométrica es posible elegir entre un peso inverso a las distancias, lo que es práctica común, o bien varianzas asociadas a los desniveles, calculadas por el programa a partir de las varianzas de las variables, de las que es función el desnivel, aplicando la ley de propagación de la varianza. En la nivelación geométrica solamente es posi-

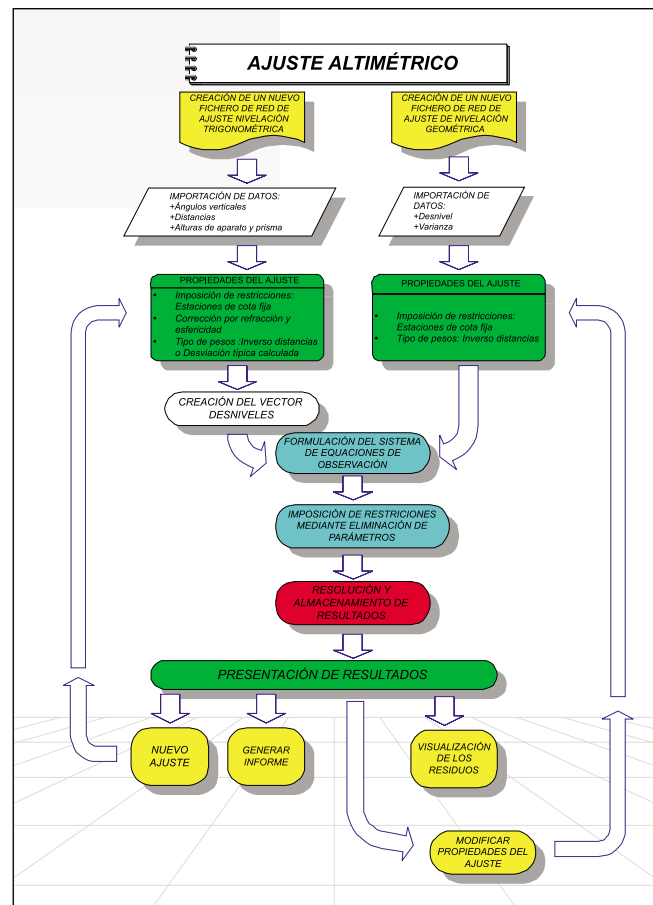


Figura 1

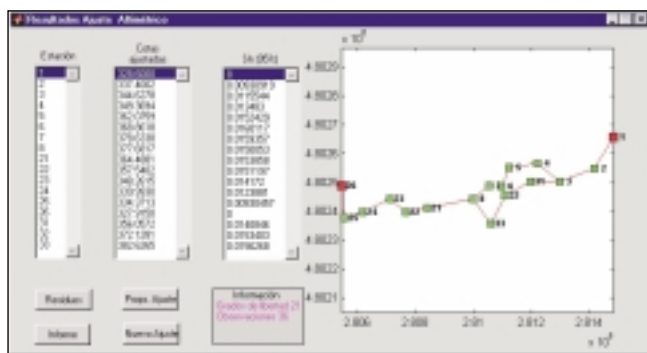


Figura 2

ble la asignación de pesos como inversos a las distancias. En la práctica, el programa toma la última columna del fichero de datos y asigna un factor de peso igual al inverso de esta cantidad, de modo que esta última columna puede contener cualquier valor con el que se pretenda asignar un peso a los desniveles, por ejemplo el valor de la varianza del desnivel en cuestión si ha sido calculada por otros medios. El organigrama que describe el funcionamiento del módulo, con las dos alternativas para el ajuste altimétrico, puede verse en la figura 1.

En la figura 2 se puede observar la ventana de resultados correspondiente al ajuste de una nivelación trigonométrica.

### 3. AJUSTE DE BASELÍNEAS GPS

El proceso de ajuste de observaciones GPS consta de dos fases bien diferenciadas: una primera, donde se realiza el cálculo de las observaciones GPS y otra en la que se tienen en cuenta los distintos tipos de errores que afectan a la señal. El resultado de este proceso, que suele realizarse con el software desarrollado por las compañías fabricantes de los receptores, es la lineabase o base línea. Ésta aparece expresada como un vector orientado en el espacio, cuyas tres componentes son conocidas, junto con la matriz cofactor correspondiente a esas tres componentes y la varianza de referencia de esa base línea. Las componentes de las base líneas están expresadas en el datum de referencia WGS84 y en coordenadas geocéntricas cartesianas.

El trabajo con el módulo de ajuste GPS comienza entonces con la importación de las base líneas y de su matriz varianza-covarianza asociada. En realidad se importa específicamente la matriz cofactor y el valor de la varianza de referencia proveniente del cálculo de las observaciones GPS que ha producido las base líneas calculadas, que a su vez serán ajustadas en red durante el proceso siguiente.

#### 3.1. Propiedades del ajuste GPS

Dado que las base líneas son vectores orientados en el espacio y de longitud calculable, estas observaciones eliminan del datum las rotaciones alrededor de los tres ejes coordenados, así como el factor de escala. Por

tanto, solamente quedan sin definir en el datum las tres componentes de la traslación que pueden fijarse al fijar las coordenadas de un sólo punto. El usuario suministra las coordenadas de ese punto en el paso del cálculo de coordenadas iniciales. El programa espera en este momento coordenadas geográficas curvilíneas de esa estación, que inmediatamente transformará en coordenadas geocéntricas internamente.

La ventana *Propiedades del Ajuste GPS* (ver figura 3) está estructurada en tres bloques de características, sobre cuyo valor es posible actuar: establecimiento de restricciones, selección del método de ajuste y otros parámetros.

De forma similar a la empleada en el ajuste planimétrico, es posible seleccionar aquellas estaciones que van a permanecer fijas. También es posible modificar los valores de las coordenadas de las estaciones que se fijan, o sus matrices varianza-covarianza asociadas. Todo ello puede ser definido para cada estación que se va a imponer como fija en el ajuste.

En la misma ventana, el programa permite elegir los métodos de resolución del sistema, presentando las tres alternativas que se han considerado: la imposición de uno o varios puntos absolutamente fijos (con varianza nula asociada a sus coordenadas terrestres); el método ponderado, que permite considerar la precisión de las coordenadas de esos puntos a fijar en el ajuste, del mismo modo que se hacía en el ajuste planimétrico mediante la matriz varianza-covarianza completa de esos puntos, que lógicamente deberá estar disponible de otros ajustes previos; y finalmente, la variante de la restricción interna que proporciona el ajuste de red libre.

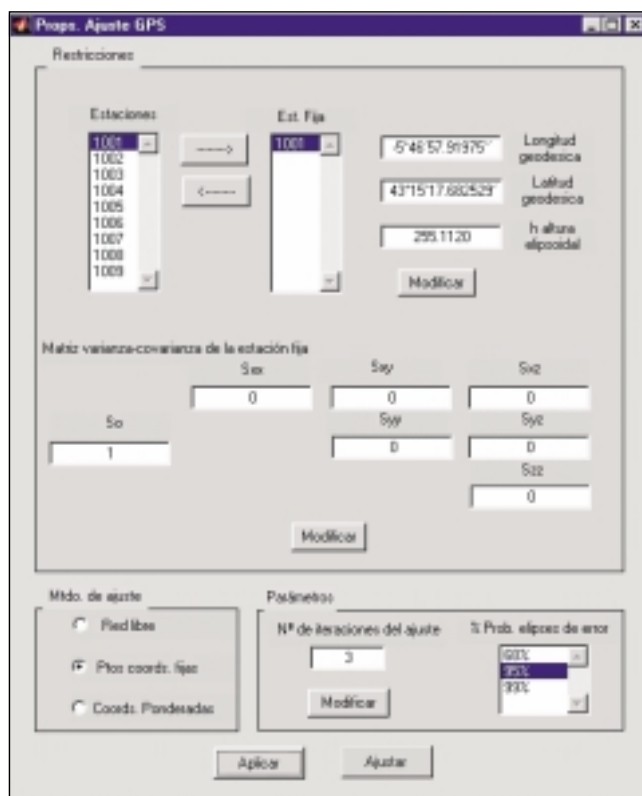


Figura 3

En el caso de que el método de ajuste elegido sea el denominado *Coords. Ponderadas* la matriz varianza-covarianza de las estaciones fijas será tenida en cuenta. Si el método de ajuste es el denominado *Ptos. coordenadas fijas* entonces el valor de esta matriz será considerado nulo. Finalmente, es posible establecer el número de iteraciones del cálculo y el tanto por ciento de probabilidad de las elipses de error (planimétricas) y los intervalos de error (altimétricos) que se dibujarán.

### 3.2. Resultados del ajuste GPS

El programa presenta al usuario las coordenadas geocéntricas cartesianas ajustadas, referidas al elipsoide WGS84, y también muestra las coordenadas geográficas  $\phi, \lambda, h$  en ese mismo elipsoide.

Para facilitar un examen visual adecuado de la red ajustada, la representación plana se realiza en coordenadas UTM referidas al elipsoide WGS84 y con factor de anamorfosis correspondiente al meridiano central  $K_0= 0,9996$  (ver figura 4).

El usuario puede referir las coordenadas ajustadas a otro datum de referencia. Esto es posible realizarlo empleando los parámetros de transformación globales entre diversos elipsoides, para lo cual se pueden introducir las componentes de la traslación entre dichos elipsoides. O bien puede definir una transformación local para la red de estaciones ajustadas.

### 3.3. Transformación local

En general, la precisión de las transformaciones globales entre distintos datums no es mejor de unos metros en el mejor de los casos. Lógicamente, el usuario debe poder aprovechar la precisión del sistema GPS y para ello es necesario calcular una transformación local, empleando unos puntos de coordenadas conocidas en el sistema final y en el sistema geocéntrico. Para el programa DART se ha elegido la proyección UTM como el sistema cartográfico final, ya que es el oficial en España, y como datum de referencia el Datum Europeo de 1950. Se realiza la transformación mediante el cálculo de unos parámetros locales que relacionen las situaciones relativas del nuevo elipsoide elegido como datum con respecto al elipsoide WGS84.

Las etapas del proceso serán [HOF97]:

- Transformación de las coordenadas planas ( $x, y$ ) en coordenadas elipsoidales ( $\lambda, \phi$ ) empleando las fórmulas adecuadas de la proyección cartográfica. En el caso del programa DART se han empleado las fórmulas de la transformación UTM.
- Transformación de las coordenadas elipsoidales ( $\lambda, \phi, h$ ) en coordenadas cartesianas ( $X, Y, Z$ ).
- Cálculo de los siete parámetros de la transformación conforme en el espacio entre las coordenadas geocéntricas calculadas en el paso an-

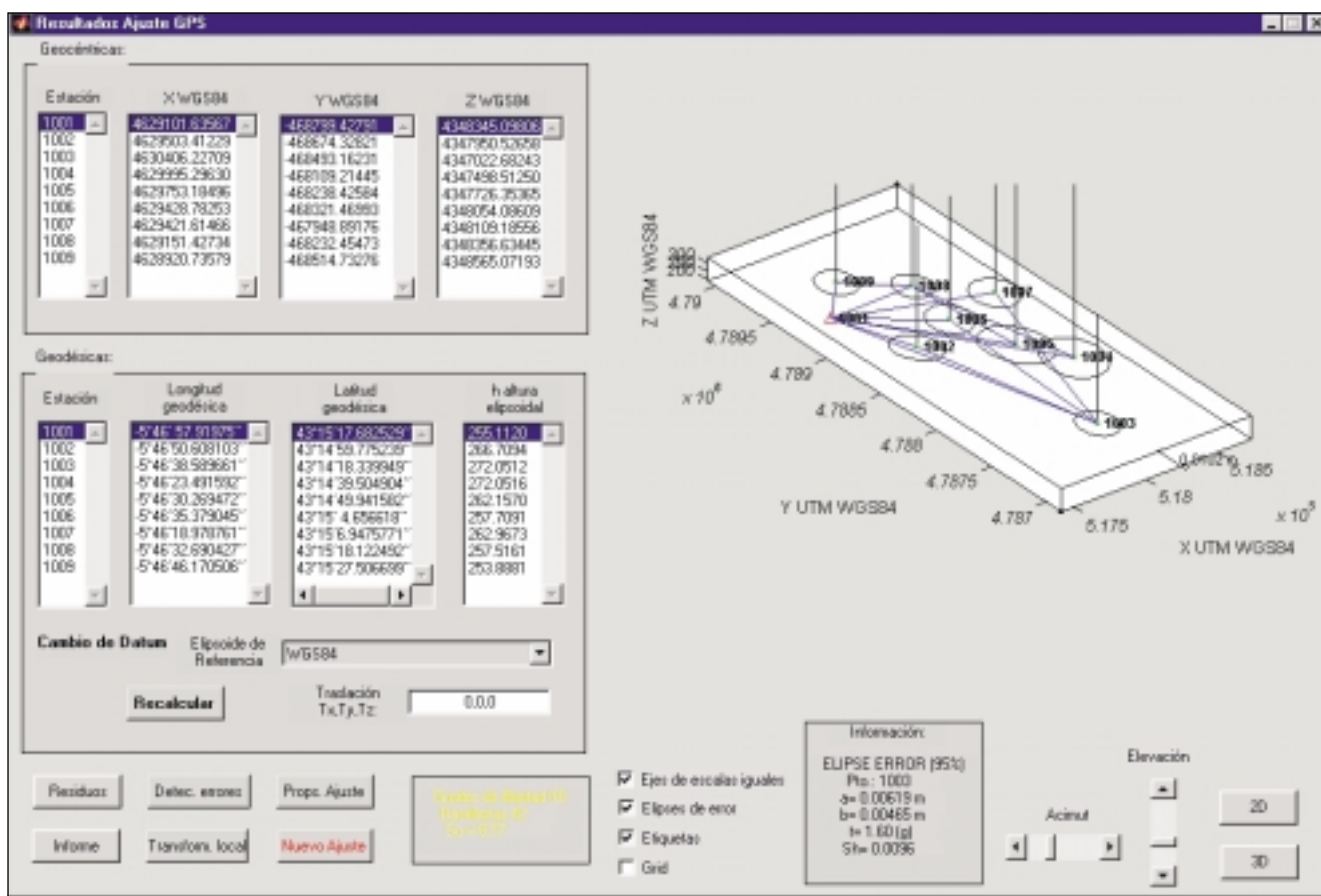


Figura 4

terior y las coordenadas geocéntricas cartesianas procedentes del ajuste GPS para un conjunto común de estaciones.

- Aplicación de la transformación calculada en el paso anterior, sobre las coordenadas geocéntricas cartesianas procedentes del ajuste de baselines GPS para todos los nodos de la red.
- Transformación de las coordenadas de todos los puntos de la red en elipsoidales ( $\lambda, \phi, h$ ).
- Transformación de las coordenadas elipsoidales ( $\lambda, \phi$ ) en coordenadas del sistema cartográfico empleado ( $x, y$ ).

El programa dispone también de una ventana de detección de errores groseros mediante tests estadísticos, similar a la del ajuste planimétrico, con números de redundancia interna también disponibles.

### 3.4. Medidas de precisión y fiabilidad de la red

Las medidas de precisión y fiabilidad de la red (elipses de error y números de redundancia interna) se derivan a partir de las matrices varianza-covarianza de los parámetros  $\Sigma_{XYZ}$ . Sin embargo, hay que recordar que dichos parámetros son coordenadas cartesianas geocéntricas y que, aunque es posible calcular elipses e intervalos de error para estos parámetros, la significación que tendrán estas elipses es nula al referirse a parámetros geocéntricos.

Es necesario, por tanto, transformar esas matrices  $\Sigma_{XYZ}$  en matrices que expresen esas varianzas en el sistema geodésico local, compuesto por la normal al elipsoide en el punto de que se trata sobre la superficie terrestre, el eje **N** (norte) y el eje **E** (este) que generan el plano del horizonte geodésico y son tangentes a la superficie del elipsoide en el punto de interés, apuntando el eje **N** hacia el norte geodésico. Estas medidas aparecen en el informe escrito del ajuste y algunos de los valores pueden ser consultados sobre el gráfico o en la ventana de detección estadística de errores.

## 4. DISEÑO DE UNA RED PLANIMÉTRICA

Existen dos planteamientos que permiten abordar el problema del diseño, que se denominan *Método directo o analítico* [COO87] y *Método Indirecto o Pre-análisis*. El método elegido ha sido el Método Indirecto. Éste es un método de prueba y error que se presta al funcionamiento interactivo con el usuario. Se asumen unas coordenadas iniciales para los nodos propuestos de la red y se asignan unos valores de las desviaciones típicas, sobre la base del equipo disponible y los métodos a emplear, y se calculan los parámetros o funciones que sirven de estimadores de los criterios de diseño (p.e. en cuanto a precisión, las elipses relativas de error, etc.). Esquemáticamente, el método se estructura en los siguientes pasos:

- Especificación de los criterios de precisión y fiabilidad.
- Selección de un esquema de observación (estaciones, observaciones, y pesos).

- Cálculo de las matrices covarianza de las estimaciones mínimo cuadráticas y cálculo de los valores de las cantidades especificadas como criterios de precisión y fiabilidad.
- Alteración del esquema de red propuesto, si no coinciden los valores criterio propuestos con los calculados, eliminando observaciones y disminuyendo pesos si los criterios propuestos se han excedido y procediendo a la inversa si los valores no eran lo suficientemente buenos.
- Cálculo del coste de la red y consideración de esquemas alternativos distintos al propuesto.
- Finalización cuando se estime que se alcanza la red óptima.

El módulo de *Preanálisis* que se implementa en el programa DART sigue esta estructura. De este modo, previamente a la labor de toma de datos en el campo es posible realizar un análisis de la red en cuanto a sus características de precisiones esperables y fiabilidad externa e interna.

El programa está dotado de una herramienta para realizar este análisis en el caso de una red planimétrica, a partir de una configuración geométrica teórica, de unos valores de precisiones esperables en las observaciones y de las restricciones que se piensa imponer. A este módulo de diseño se accede a través de la opción del menú principal etiquetada como: *Herramientas-Diseño Planimétrico* (figura 5).

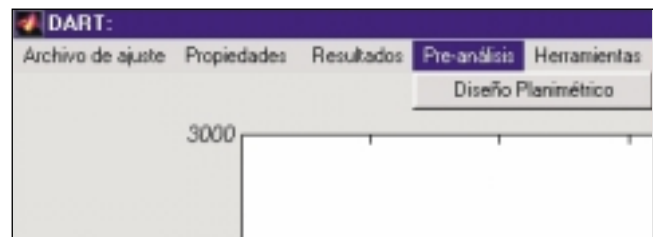


Figura 5

Con esta opción se accede a la siguiente ventana, que es la pantalla principal del módulo de diseño. La figura 6 permite apreciar una vista general de la ventana principal del módulo de *Diseño de redes Planimétrico*.

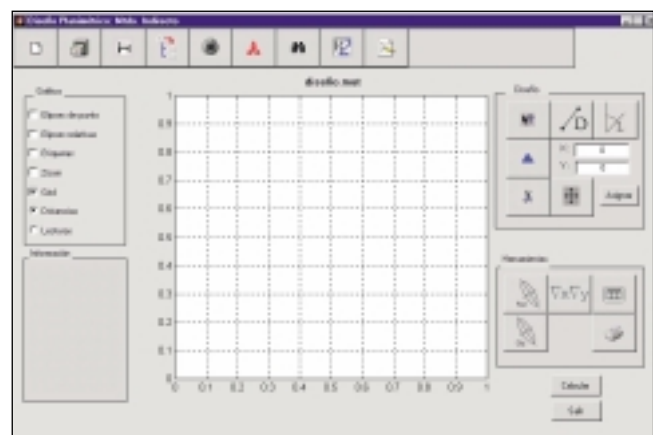


Figura 6

La estructura de los controles en esta ventana, distribuidos en barras de herramientas, permite tener un acceso más rápido a cada opción, pulsando los diferentes botones que se encuentran a la vista. En la barra principal de la ventana pueden observarse los siguientes iconos:

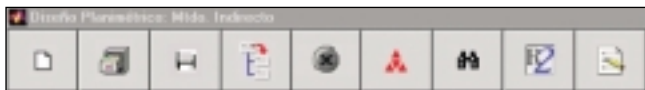


Figura 7

De izquierda a derecha, las funciones de los iconos son las siguientes: *Crear un nuevo fichero de diseño, Abrir un fichero de diseño ya creado, Guardar el fichero de diseño actual, Guardar el fichero de diseño actual con un nombre (o en un lugar) diferente al que tiene en estos momentos, Salir sin guardar, Definir el datum de la red diseñada, Activar el gestor de observaciones, Ver resultados y Generar un informe escrito*

### 4.1. Creación de un fichero de Diseño

El paso siguiente es definir la configuración geométrica de la red. Esta operación se concreta en situar sobre el gráfico central las estaciones y nodos de la red que se planea medir. Con el fin de ajustar el tamaño de la representación, se nos pide unos valores iniciales del diseño, que se emplearán únicamente para limitar el rango numérico de coordenadas en el que se va a trabajar. De este modo se define un área de trabajo que será cuadrada y cuyos límites no se ampliarán en el resto de las operaciones.

Una vez suministrados éstos valores iniciales es posible comenzar a añadir nodos a la red. Para ello haremos uso de las herramientas activables con los iconos de la figura 8. El botón cuyo icono es un triángulo azul permite situar las estaciones interactivamente sobre el gráfico. También es posible asignar coordenadas específicas a estas estaciones empleando los dos cuadros editables que pueden verse en dicha figura 8, de este modo es posible colocar el cursor en una posición cartesiana concreta. Una vez situados los nodos es necesario definir las observaciones que los ligarán en el campo, para ello emplearemos los botones con una **D** para asignar una distancia entre nodos y con una **L** para asignar una lectura angular horizontal.



Figura 8

El resultado puede tener, por ejemplo, la apariencia que puede apreciarse en la vista superior de la figura 9. El diseño inicial puede ser modificable de forma interactiva en cualquier momento, simplemente arrastrando con el ratón sobre el gráfico o eliminando o añadiendo observaciones. En la parte inferior de la figura 9 puede verse una modificación del diseño inicial.

Cuando el usuario esté conforme con la configuración de la red pasaremos a la definición del datum de la misma. La ventana de definición del

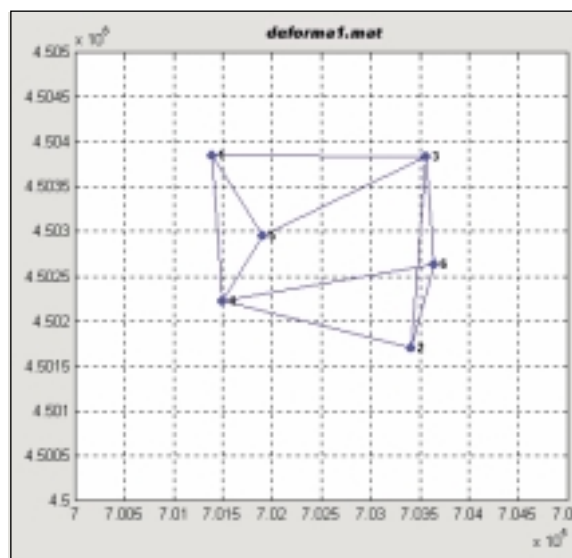
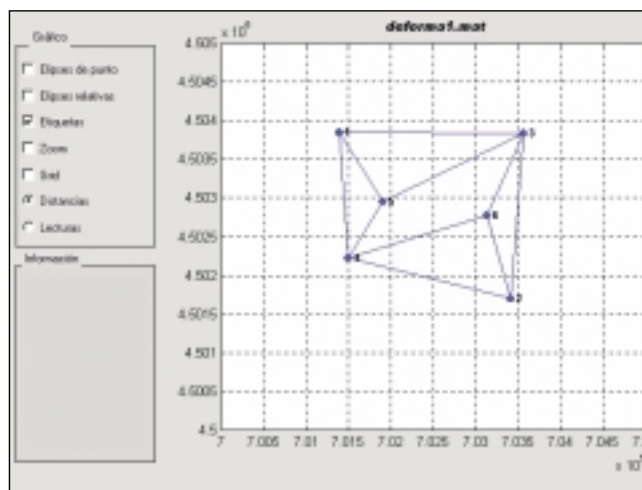


Figura 9

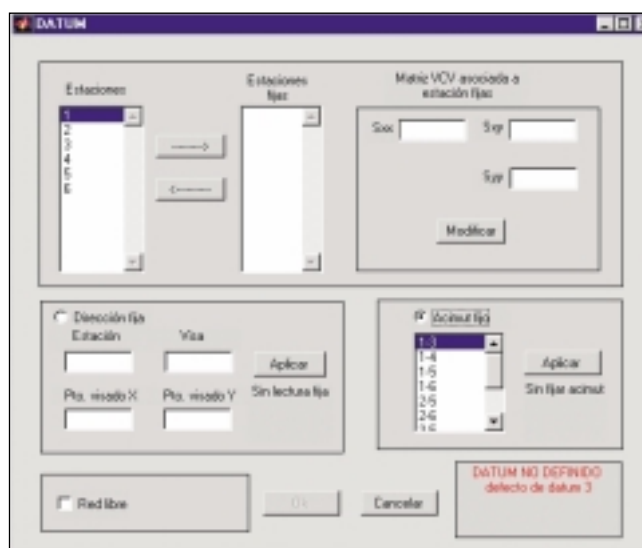


Figura 10

Datum de la red se muestra en la figura 10. En ella es posible fijar estaciones (con varianza cero asociada o con una matriz de varianza-covarianza asociada introducida por el usuario), acimutes internos de la red, lecturas angulares a puntos exteriores fijos o aplicar la restricción interna de la red mediante la opción de *Red libre*.

### 4.2. Gestor de observaciones

Antes de pasar a la fase de cálculo es necesario definir la precisión de las observaciones establecidas en la red. Para ello se activará la ventana del gestor de observaciones. El objetivo de esta ventana es asignar cada observación a un grupo de precisión, definido en función de las características de los instrumentos y técnicas de medida empleados e incluso de los diferentes observadores que han tomado los datos. Tres cifras caracterizan las precisiones de cada grupo: dos de ellas para las distancias, una componente absoluta del error en mm, identificada como *a*, y una componente proporcional en p.p.m. *b*. Otra cifra adicional sirve para asignar el valor de la precisión angular a las lecturas en segundos centesimales. El programa advierte con un mensaje si algún grupo de precisión está incorrectamente definido.

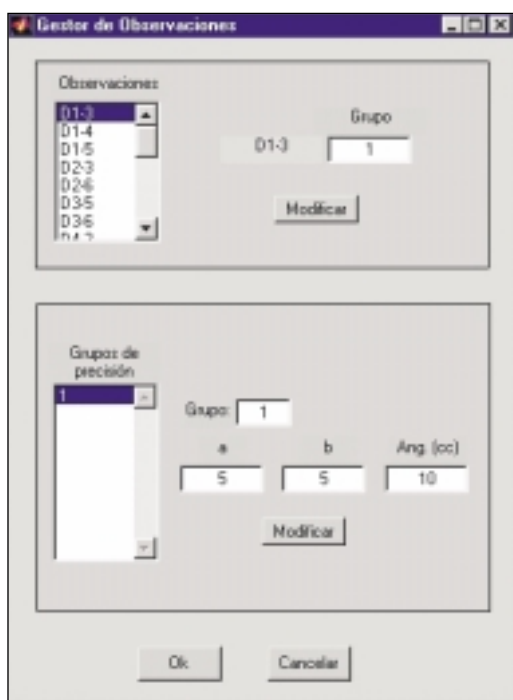


Figura 11

### 4.3. Cálculo del Diseño de red propuesto

Una vez que el paso anterior se ha completado satisfactoriamente, es posible pasar a la fase de cálculo pulsando el botón *Calcular*, que se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana principal del Diseño. Realizado el cálculo, el gráfico muestra las elipses de error de cada nodo de la red (en trazo negro) y las elipses relativas de error (en trazo violeta) entre los nodos conectados por alguna observación. Si el usuario

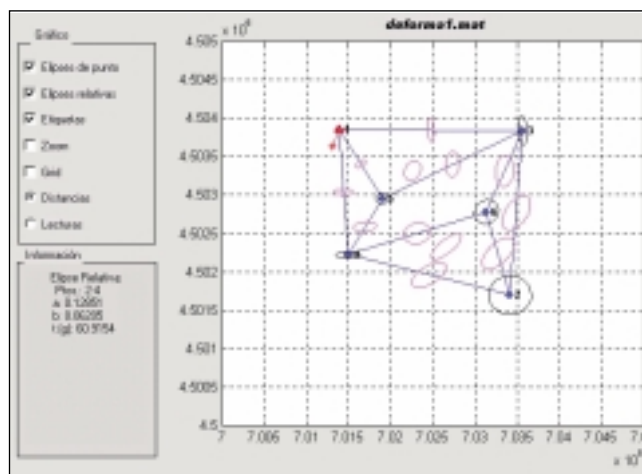


Figura 12

pulsa con el cursor sobre alguna de las elipses, observaciones o nodos, en el recuadro inferior izquierdo podrán leerse los valores asociados a cada entidad seleccionada.

En la figura 12 puede verse la situación de la red formada por seis nodos, las distancias medidas entre ellos, las elipses absolutas de error, las elipses relativas y en el cuadro inferior izquierdo la consulta sobre el valor de la elipse de error entre los nodos 2 y 4.

Adicionalmente, existen otros resultados que no se presentan en el gráfico y que hacen referencia a la fiabilidad. Para cada observación se calculan los números de redundancia interna, el error mínimo detectable para un nivel de significación del 5% y una potencia del test del 80% y el valor del parámetro  $\lambda$  de fiabilidad externa. La ventana que muestra estos resultados se activa mediante el botón de la barra principal y presenta el aspecto que puede apreciarse en la figura 13.

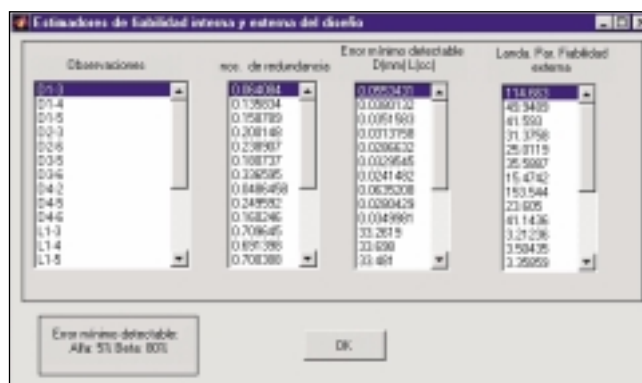


Figura 13

### 4.4. Herramientas

Existe otro conjunto de botones que proporcionan unas herramientas adicionales en el proceso de diseño planimétrico. Se encuentran agrupados en el mismo cuadro, etiquetado bajo el nombre de *Herramientas* y tienen el aspecto siguiente:

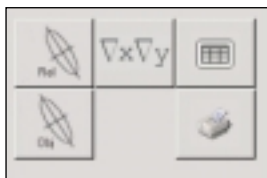


Figura 14

Estas herramientas permiten dibujar en el gráfico de resultados de la red una elipse objetiva absoluta asociada a una estación, para comprobar visualmente si se cumplen los requisitos de precisión absolutos. También es posible dibujar y conocer los parámetros de la

elipse relativa entre dos estaciones cualesquiera. El programa dibuja, si se selecciona esta opción, las elipses relativas entre aquellas estaciones que se encuentran conectadas por alguna observación. Sin embargo, pueden presentarse casos en los que sea interesante conocer el valor de la elipse de error relativa entre dos estaciones no conectadas directamente entre sí por alguna observación (piénsese en una red de monitorizaciones de deformaciones o en la necesidad de calcular el error de cale de un túnel al confluir las redes que provienen desde ambas bocas), para estos casos será útil emplear esta opción.

También es posible estudiar la propagación externa de errores en la red. Es decir, se trata de investigar de qué modo, en función de la configuración geométrica de la red y las características de las observaciones de la misma, pueden transmitirse los errores existentes en las observaciones a las coordenadas de los nodos de la red. En

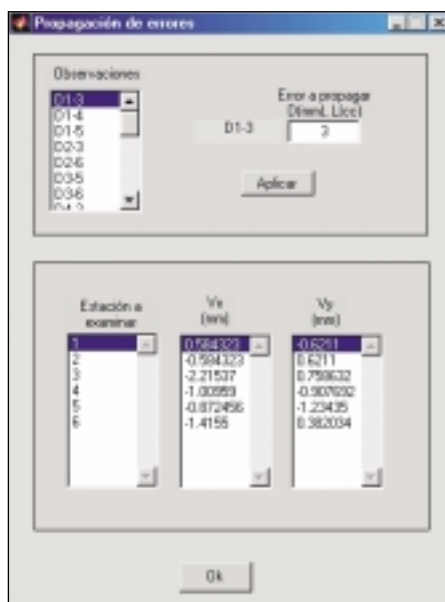


Figura 15

la figura 15 puede verse la ventana que se encarga de este cálculo. En la misma puede introducirse, en milímetros para el caso de las distancias y en segundos centesimales para el caso de las lecturas, el valor del error cuya propagación se quiere estudiar. En las listas de la parte inferior se muestra la variación en los valores de la  $x$  y de la  $y$  que sufrirían los valores de las coordenadas de los distintos nodos de la red. Esta herramienta, junto con la modificación interactiva sobre el gráfico de la red, cambiando de posición las estaciones de la misma o añadiendo nuevas estaciones u observaciones, permite mejorar la homogeneidad de la misma y corregir las configuraciones en zonas débiles.

También es posible consultar el valor de la matriz cofactor de los parámetros obtenida para las coordenadas de un nodo de la red, por si fuera de interés para conectar una nueva red a la definida en la actualidad, tomando esta estación como fija pero con una matriz de varianzas-covarianzas asociadas no nula. En último lugar, es posible imprimir el gráfico que se ve en esos momentos en pantalla y generar en un fichero de

texto un informe sobre la red diseñada, donde se consignan los datos que el usuario elija en una ventana previa.

En la figura 16 puede verse una red con dos puntos fijos, las elipses absolutas y relativas, así como una elipse relativa, consultada por el usuario entre los puntos 5 y 6, en color azul.

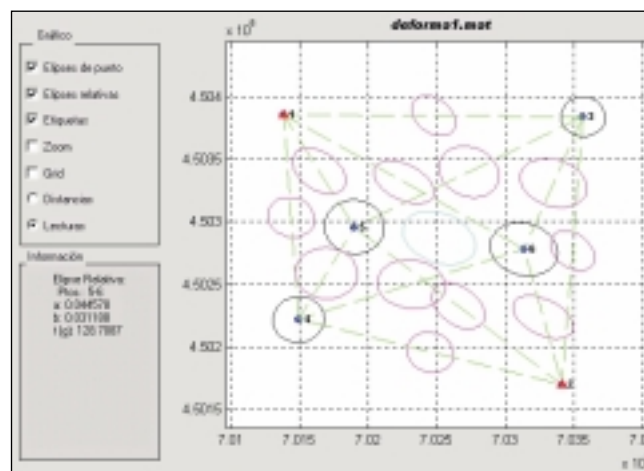


Figura 16

## 5. OTRAS UTILIDADES

El programa DART incluye alguna otra herramienta, como la transformación de coordenadas entre geográficas y UTM o los módulos para el cálculo de una transformación conforme en dos y en tres dimensiones.

Si se desea contactar con los autores, puede hacerse en la siguiente dirección: fotogeodesia@etsimo.uniovi.es.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Björck, Ake. (1996). "Numerical Methods for Least squares Problems". Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Caspary, W.F.(1988). "Concepts of network and deformation analysis". The University of New South Wales.Monograph 11.
- Cooper, M.A.R. (1987). "Control surveys in civil engineering". Collins Professional and Technical Books.
- Cross, P.A. (1983). "Advanced least squares applied to position fixing". North East London Polytechnic. Working papers.
- Chueca Pazos, Manuel; Herráez Boquera, José; Berné Valero, José Luis. (1996). "Redes Topográficas y locales. Microgeodesia". Tratado de Topografía, Tomo III . Paraninfo.
- Harvey, Bruce R. (1991). "Practical Least Squares and statistics for surveyors". The University of New South Wales. Monograph 13.
- Leick, Alfred. (1995). "GPS Satellite surveying" 2ª Ed. John Willey & Sons.
- Mikhail Edward M., Ackermann F. (1976). "Observations and Least Squares". Harper & Row Publishers.
- Strang, Gilbert; Borre Kai. (1997). "Linear Algebra, Geodesy and GPS". Wellesley Cambridge Press. ■

# Los Sistemas de Referencia en la práctica: El papel de las Organizaciones Profesionales, Científicas, Comerciales y de Normalización

Paul Cross

UNIV. COLLEGE LONDON

Matt Higgins

DEP. NATURAL RESOURCES AUSTRALIA

Rogert Lott

BP AMOCO EXPLORATION

## Resumen

*Es bien conocido que la creciente tendencia actual a utilizar los sistemas mundiales de posicionamiento y de cartografía por satélite para la elaboración de productos referidos a un sistema de referencia global puede crear serios problemas de índole práctica si se necesita relacionar los resultados obtenidos con estos métodos con mapas más antiguos o con otros datos digitales. De hecho, surgen problemas en campos tales como el de la navegación, la revisión cartográfica, la topografía catastral y en el de las operaciones geomáticas que sirven de apoyo a la prospección y explotación de hidrocarburos.*

*Fundamentalmente, la dificultad surge a causa de la necesidad de transformar los datos a los sistemas de coordenadas (generalmente locales) que se emplean para describir los datos más antiguos, o viceversa. En principio, las transformaciones consisten en puros procedimientos matemáticos, pero en la práctica pueden ocasionar serios problemas por alguna de las siguientes razones:*

- *No todos aquellos que necesitan efectuar estos trabajos tienen una formación geodésica básica lo suficientemente sólida (o lo suficientemente actualizada).*
- *No se conoce suficientemente bien las distorsiones e inconsistencias del datum local.*
- *La información numérica necesaria (incluidos los parámetros de las transformaciones) no está disponible*
- *El lenguaje empleado para describir los diversos parámetros y magnitudes físicas no es uniforme.*

*En este artículo se revisan los trabajos de diversas organizaciones internacionales para resolver algunos, o todos, de estos problemas. Se llega a la conclusión de que no existe actualmente suficiente coordinación en los trabajos de los múltiples grupos que tienen interés en este campo, aunque, pese a ello, se está logrando un lento progreso, especialmente en el campo de la recogida y distribución de la información y en los de la educación de los usuarios y la adopción de un conjunto de definiciones comunes. Se hacen propuestas con el fin de fomentar la cooperación entre las organizaciones involucradas y también se sugiere el papel que la FIG podría desempeñar en este contexto.*

## Abstract

*It is well known that the current, and growing, trend towards the use of satellite positioning systems and global satellite mapping systems to produce position-based products in a global reference frame can introduce serious practical difficulties if the results need to be related to older maps and/or digital data. Special problems arise, for instance, in the fields of navigation, map revision, cadastral surveying and geomatics operations to support hydrocarbon exploration and production.*

*The difficulty fundamentally arises because of the need to transform the data into the (usually local) coordinate systems used to describe the older data (or vice-versa). In principle, coordinate transformations are straightforward mathematical procedures but in practice they can cause serious problems for one or more of the following reasons.*

- *Not all of those who need to undertake this work have a sufficiently strong (or sufficiently up to date) education in basic geodesy.*
- *The distortions and inconsistencies of the local datum are not sufficiently well known.*
- *The numerical information needed (including transformation parameters) is not readily available.*
- *The language used to describe the various parameters and physical quantities is not uniform.*

*This paper reviews the work of a number of international organisations in addressing some or all of these problems. It is concluded that there is currently insufficient co-ordination between the work of the many groups with interests in this field - but, despite this, progress is slowly being made, especially in the collection and distribution of information, education of users and adoption of a common set of definitions. Proposals are made for common goals for cooperation between the organisations involved and a role is proposed for FIG in such cooperation*

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades fundamentales de la Topografía es la integración de datos espaciales procedentes de varias fuentes para reunirlos en un único conjunto consistente de datos. A menudo se consigue esto empleando un único sistema común de referencia geodésica, o datum. En el pasado generalmente bastaba integrar estos datos empleando un datum local e incluso arbitrario. Un cierto número de factores ha contribuido a la creciente necesidad de basar los productos de datos espaciales sobre un sistema de referencia común que se extienda a lo largo de todo el globo terráqueo. Estos factores incluyen la creciente dependencia de los sistemas de posicionamiento mundial y el desarrollo de los sistemas de cartografía basados en los satélites, que aportan cada vez mayores resoluciones. Otra influencia importante es la tendencia hacia las infraestructuras de datos espaciales de cobertura regional, nacional e incluso mundial. Además, una característica importante de dichas infraestructuras es que se apoyen en una normalización nacional o internacional.

Para muchos países el reto ha sido la necesidad de abordar estos requisitos de nuevos sistemas de referencia mundiales teniendo en cuenta, a su vez, su legado de datos ya existentes, que estaban basados en sistemas de referencia localmente definidos. Tanto si un país, o una organización comercial, decide emplear un nuevo sistema de referencia mundial o, por el contrario, decide continuar con el sistema ya existente, tiene la necesidad de establecer una relación entre los dos sistemas de referencia.

También existen diversas razones de índole práctica, que surgen del hecho de que la mayoría de las labores topográficas se efectúan empleando algún tipo de sistema de coordenadas cartesianas; generalmente coordenadas hacia el este, hacia el norte y las altitudes. Normalmente no es muy difícil encontrar las fórmulas utilizadas para definir la proyección empleada para ese tipo de coordenadas –aunque la mayoría de los que trabajan en la práctica internacional se habrán encontrado con situaciones y casos en los que incluso esto era difícil–. En contraposición, no es siempre fácil encontrar los parámetros que especifican la definición estricta del datum local. Es incluso aun más preocupante el hecho de que muchos usuarios del posicionamiento no están lo suficientemente bien informados para poder distinguir los diferentes datum, creyendo que las latitudes y longitudes son únicas y que los únicos motivos de las diferencias existentes entre las coordenadas hacia el este y hacia el norte están relacionados con la elección de las fórmulas de la proyección escogida. Es también importante el señalar que la tríada de coordenadas cartesianas (este, norte y altura) describen una posición tridimensional en sistemas de referencia horizontales y verticales no relacionados; una complicación más en lo que parece, a primera vista, tan sencillo. Se ha sugerido que se emplee el término “sistemas compuestos de coordenadas de referencia” para describir esta tríada de coordenadas cartesianas.

Para poder abordar todos estos problemas hasta aquí descritos, existe la necesidad de entender adecuadamente la definición y realización de los sistemas de referencia empleados, la metodología práctica de su implementación y aplicación, y el reconocimiento de que estos procesos necesitan estar de acuerdo con una normalización y unas directrices. Estas necesidades son contempladas, a diversos niveles, por las distintas organizaciones internacionales y serán descritas con detalle en este artículo.

Es también digno de mención el hecho de que las organizaciones internacionales a las que nos referiremos a continuación, no son las únicas a las que preocupa este tema. Las Agencias Cartográficas Nacionales (ACN), por ejemplo, desempeñan individualmente un papel clave, ya que son las que deciden los detalles exactos de sus sistemas nacionales y son las responsables de calcular y hacer públicos los parámetros oficiales de las transformaciones. Existen en la actualidad diversas agrupaciones de Agencias Cartográficas Nacionales, como por ejemplo CERCO (*Comitee Europeen des Responsables de la Cartographie Officielle*) (Leonard, 2000), que, entre otras responsabilidades, cita explícitamente la creación de los sistemas de referencia europeos y la normalización técnica internacional.

Finalmente, merece la pena recordar aquí que también existen muchas otras organizaciones, e incluso individuos, que han asumido responsabilidades en este campo. Puede que esto se deba a una diversidad de motivaciones, entre las que se pueden citar el que forman parte de sus misiones generales, que son debidas a una investigación pura, a intereses altruistas o bien a necesidades apremiantes (la industria adoptará generalmente la solución de la Agencia Cartográfica Nacional cuando ésta esté disponible, pero puede encontrarse algún problema en particular que necesite resolver y sobre el que no hay directrices marcadas por la Agencia Cartográfica Nacional). Ejemplos de esto los encontramos en la UKOOA (*UK Offshore Operators Association*, [www.ukooa.co.uk](http://www.ukooa.co.uk)), que ha establecido unas recomendaciones específicas para las transformaciones de coordenadas en los trabajos relacionados con los hidrocarburos en las aguas del Reino Unido, y también en el *US Department of Defense* (USDOD), que ha calculado conjuntos de parámetros de transformaciones al WGS84 virtualmente para todo el mundo (véase, por ejemplo, la publicación original DMA(1984), disponible *on-line* en <http://164.214.2.59/GandG/pubborder.html>), así como múltiples investigadores y consultores individuales que trabajan en este campo.

De modo que la pregunta clave es ¿Cómo pueden todas estas organizaciones interactuar entre sí, con el fin de ofrecer el mayor beneficio a una enormemente diversificada, tanto en términos de formación como de aplicación, comunidad de usuarios? Aunque no intenta contestar a esta pregunta, este artículo busca el despejar los aspectos clave del asunto y aportar la información técnica necesaria para un debate documentado.

## 2. ORGANIZACIONES CIENTÍFICAS

Casi todo el trabajo científico relacionado con la definición y realización de los sistemas de coordenadas está hecho bajo los auspicios de la Asociación Internacional de Geodesia (AGI) ([www.gfy.ku.dk/-iag/](http://www.gfy.ku.dk/-iag/)), y en algunos casos en colaboración con la Unión Astronómica Internacional (UAI). La Asociación Internacional de Geodesia es hoy día una de las siete asociaciones dentro de la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica (UIGG) (<http://www.omp.obs-mip.fr/uggi/>) y tanto la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica como la Unión Astronómica Internacional son miembros del Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC) de las Naciones Unidas. La mayoría de las naciones que son miembros de la Asociación Internacional de Geodesia lo son a través de su más importante sociedad científica nacional (lo que se conoce típicamente como la Academia de las Ciencias), en tanto que en el caso de la FIG lo son a través de la asociación profesional topográfica o geomática principal del país en cuestión. La diferencia clave estriba en que la Asociación Internacional de Geodesia se ocupa de los aspectos científicos de los sistemas de coordenadas, en tanto que la FIG se ocupa de consideraciones de índole más práctico.

La influencia de la Unión Astronómica Internacional se ha hecho sentir a través de la presidencia conjunta, de la Unión Astronómica Internacional y la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica, del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (*International Earth Rotation Service – IRTS*) (<http://hpiers.obspm.fr/>), que fue creado en 1988 para reemplazar a la Sección de Rotación de la Tierra de la Oficina Internacional de la Hora (*Bureau International de l'Heure – BIH*). Tradicionalmente la Oficina Internacional de la Hora y el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra se han centrado en la rotación de la Tierra, incluido el tiempo, y, en la práctica, sólo se han utilizado sus productos al efectuar cálculos y mediciones astronómicas clásicas. Sin embargo, a lo largo de los diez últimos años ha crecido drásticamente la importancia del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (SIRT), debido a su papel en la definición del Sistema de Referencia Terrestre Internacional (*International Terrestrial Reference Frame – ITRF*), así como por supervisar, conjuntamente con la Asociación Internacional de Geodesia, diversos e importantes servicios geodésicos. Este punto se desarrollará posteriormente en esta sección.

La reciente historia del papel directo de la AGI en la definición de los sistemas de coordenadas se remonta a la Asamblea General de la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica de Lucerna de 1967, en la que se aprobó un nuevo conjunto de parámetros para el modelo de la Tierra (Asociación Internacional de Geodesia, 1971). Esto se continuó en 1980 con un nuevo conjunto actualizado de parámetros (que generalmente se conoce como "GRS80") que es el último hasta la fecha (Moritz, 1984). Estos conjuntos de parámetros incluyen las estimaciones de diversos parámetros físicos de la Tierra y de su campo gravitatorio, incluido el radio del nivel medio del mar en el Ecuador (el semieje mayor del elipsoide que mejor se ajusta), la constante de la gravedad geo-

céntrica, la velocidad angular y el factor dinámico de forma. A partir de ellos se pueden calcular otras muchas constantes derivadas, tales como el aplastamiento del elipsoide que mejor se ajusta, la fórmula de la gravedad normalizada (para reducciones de gravedad) y otras muchas.

Antes de 1967 las recomendaciones de la AGI eran más del tipo *ad hoc* y eran generalmente recomendadas de forma explícita para el uso de elipsoides específicos (por ejemplo el elipsoide de Hayford en 1924). Hasta que fue posible el posicionamiento por satélite, los datum se definían localmente por las Agencias Cartográficas Nacionales y el único acuerdo internacional era la elección del elipsoide de referencia y acaso también la elección de la proyección. El papel de la AGI tenía pues escasa importancia. Algunos países adoptaban los "últimos valores" de la AGI para su elipsoide cuando definían nuevos sistemas de coordenadas, pero la mayoría siguieron empleando los que habían utilizado en el pasado.

A comienzos de los setenta y sobre todo a lo largo de los ochenta, la situación cambió notablemente, al comenzar las Agencias Cartográficas Nacionales y los topógrafos a utilizar el Transit Doppler, y posteriormente el GPS, para el posicionamiento. Se podía afirmar en aquel tiempo que el USDOD asumía *de facto* la tarea de proporcionar los sistemas de referencia internacionales (mundiales), como, por ejemplo, el WGS66, el WGS72 y el WGS84. Actualmente, el WGS84 se relaciona con el GRS80 debido a que el USDOD basó algunos de sus parámetros en los valores GRS80. También se hizo necesario, durante este tiempo, extender las definiciones, con el fin de incluir más modelos físicos, como, por ejemplo, los modelos armónicos esféricos del campo de gravitación terrestre.

Ahora se ha cerrado el círculo, al estar la AGI de nuevo a cargo de todo. Esto ha sido consecuencia del establecimiento de un número de servicios especializados, tales como el Servicio Internacional de GPS (IGS, <http://igscb.jpl.nasa.gov/>), el Servicio Internacional de Rangos por Láser (ILRS, <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/>) y el Servicio Internacional de VLBI (IVS, <http://lupus.gsfc.nasa.gov/ivs/ivs.html>). Todos estos servicios suministran coordenadas al IERS para el cálculo del ITRF, que básicamente consiste en un conjunto de velocidades y coordenadas de unos 500 puntos repartidos por todo el mundo. El USDOD ha enlazado el WGS84 con el ITRF, convirtiéndolo en un sistema dinámico, en el sentido de que las coordenadas de los puntos en WGS84 cambiarán con el tiempo, si se han determinado con suficiente precisión, debido a la tectónica de placas y a otros fenómenos geofísicos. En contraste con esto, la mayoría de las Agencias Cartográficas Nacionales han elegido versiones regionales de época del ITRF al adoptar sus sistemas de referencia, como por ejemplo el ETRF89 y el GDA94.

Así, vemos a la AGI en el nivel más alto, desempeñando un papel claro y único y contribuyendo a la definición y mantenimiento del ITRF, que se está convirtiendo en una norma *de facto* como sistema de referencia mundial. También hace contribuciones de otra índole, tanto desde una

perspectiva científica como práctica. En este último aspecto, existe una potencial e importante sinergia con el trabajo de otras organizaciones. Aunque también existe el riesgo de una costosa duplicación de esfuerzos y de confusión. La situación, en lo que respecta al trabajo científico de la AGI, es mucho más clara y, generalmente, afecta más a los científicos que colaboran en la resolución de problemas muy técnicos que en la práctica, donde es probable que lo haga de forma tal que se mejore la calidad o la eficacia de los trabajos, en lugar de alterar la filosofía de los mismos. Actualmente, la AGI desempeña la mayoría de sus trabajos científicos a través de sus Grupos de Estudios Especiales (GEE). Hoy por hoy, el que está más directamente implicado con la temática de este artículo es el GEE 1.181: "Regional Permanent Arrays". Es de interés muy directo para diversas organizaciones, incluidas las Agencias Cartográficas Nacionales, ya que es mediante el establecimiento de los "arrays" permanentes con lo que la mayoría de los países definirán y mantendrán en el futuro sus sistemas de referencia.

Otra forma importante mediante la cual la AGI colabora con científicos y profesionales que trabajan en temas de sistemas de coordenadas, es a través de su Comisión X: "Global and Regional Geodetic Networks – GRGN" (Redes Geodésicas Regionales y Globales). El papel de la Comisión X de la AGI es el de estimular y coordinar en esta materia, mediante la difusión de información, la normalización, la cooperación y la educación. Es una organización amplia, con varias subcomisiones (que se centran específicamente en áreas geográficas) y grupos de trabajo (que se centran en problemas técnicos específicos, de forma similar a los Grupos de Estudios Especiales); sus metas para el periodo 1999-2003 (ver [http://lareg.ensg.ign.fr\(GRGN/\)](http://lareg.ensg.ign.fr(GRGN/))) son las siguientes:

- Difundir la actual página web del GRGN, con el fin de ofrecer una adecuada fuente de información sobre las actividades más importantes, incluidas las de las subcomisiones y grupos de trabajo, así como las actividades anejas a nivel nacional e internacional, tales como las de las agencias topográficas, los programas y proyectos internacionales, los servicios, tales como el IGS, el IERS y otros. Esta página también debe ofrecer información sobre terminología y normativa, catálogos de datum y sistemas cartográficos de coordenadas.
- Ampliar el número de representantes nacionales e involucrarlos en mayor grado en la actividades de la Comisión (por ejemplo, actualizaciones de los sistemas web)
- Estimular la creación de nuevas subcomisiones
- Actualizar la lista y declaraciones de intenciones de los Grupos de Trabajo
- Estimular el desarrollo de un sistema de referencia moderno para África (AFREF)
- Estimular la organización de escuelas de formación relacionadas con las actividades del GRGN (redes modernas, ITRF, GPS)
- Promocionar el que ITRF sea el sistema de referencia internacional y efectuar su densificación para todos los tipos de usos; ayudar a aclarar los malentendidos con respecto al WGS84 y promover el ITRF en los nuevos sistemas de navegación por satélite, tales como el programa europeo Galileo.

Una de las subcomisiones más activas de la Comisión X de la AGI es la subcomisión para Europa (EUREF), que está desarrollando un papel sumamente práctico (incluida su interacción directa con las Agencias Cartográficas Nacionales) en la realización y mantenimiento de un nuevo sistema de referencia europeo. EUREF consta en la actualidad de un gran número (cerca de 100) de estaciones de referencia permanentes y la Comisión X de la AGI ofrece los mecanismos para la creación de los acuerdos de transferencia y proceso de datos. Este es un excelente ejemplo de resultado práctico de un trabajo científico. Muchos de los otros trabajos de la Comisión X de la AGI son también de importancia, y semejantes a los de la FIG (ver 3), en especial el del Grupo de Trabajo 1 de la Comisión X de la AGI (*Datum y Sistemas de Coordenadas*) que es muy parecido al del Grupo de Trabajo 5.5 de la FIG (*Sistemas de Referencia en la Práctica*).

### 3. LAS ORGANIZACIONES PROFESIONALES

Las organizaciones profesionales pueden desempeñar un papel muy útil en la implementación de los sistemas de referencia, debido a su amplia representación, que incluye a los sectores académicos, privados y gubernamentales de la profesión topográfica-geomática.

La FIG es una federación de asociaciones profesionales de topógrafos de casi 100 países. Su credibilidad en la escena internacional se ve reforzada por el hecho de haber sido reconocida por las Naciones Unidas como una ONG (Organización No Gubernamental).

La FIG está en una buena posición para ocuparse de la coordinación de los temas relacionados con los sistemas de referencia, en especial de aquellos aspectos internacionales que son comunes a muchos países. En su más amplio nivel, la FIG ya dictó resoluciones relacionadas con los sistemas de referencia en su Asamblea General de 1990. La Resolución 5.2 de dicha Asamblea General pedía a sus asociaciones miembro que respaldaran la adopción de un sistema de referencia geocéntrico mundial, tal como había sido propuesto por la AGI/IUGG, y consistente con el ITRS para una época en particular. Otra resolución, la 5.3, hace recomendaciones a las asociaciones miembro en relación con el modelado de precisión del geoido, para facilitar la relación de las altitudes ortométricas con las altitudes sobre el elipsoide que provienen de los sistemas de posicionamiento por satélite.

El trabajo técnico de la FIG es desarrollado por sus Comisiones y sus Grupos de Trabajo. Como ya se ha mencionado, el disponer de un sistema de referencia consistente es fundamental en muchas actividades topográficas y ocupa a varias Comisiones de la FIG. La topografía hidrográfica y la aplicada a la ingeniería (representadas por las Comisiones 4 y 6 respectivamente) dependen notablemente de la consistencia del sis-

tema de referencia, tanto en las dimensiones horizontales como en las verticales. El tema del sistema de referencia es importante en los procesos catastrales (representados en la Comisión 7), tanto directamente en los levantamientos topográficos como en las bases de datos catastrales digitales. El concepto de infraestructura de datos espaciales es un tema de importancia para la Gestión de la Información Espacial (representada por la Comisión 3) y que se apoya en el principio fundamental de poder relacionar distintos conjuntos de datos espaciales, empleando un sistema de referencia consistente. Otro grupo importante en la FIG es el Grupo de Trabajo sobre Normalización.

Aunque todos estos grupos tienen interés en el tema de los sistemas de referencia, la Comisión 5, que es la encargada del Posicionamiento y las Mediciones, es la que tiene la responsabilidad directa sobre él. La Comisión 5 dispone de dos grupos de trabajo directamente comprometidos: el Grupo de Trabajo 5.2 de *Técnicas de Determinación de Altitudes* y el Grupo de Trabajo 5.5 de *Sistemas de Referencia en la Práctica*, del cual son miembros los autores de este artículo.

El Grupo de Trabajo 5.5, *Sistemas de Referencia en la Práctica*, no efectúa ninguna investigación fundamental en lo referente a la definición de los sistemas de referencia. Como se indicó en el apartado 2, esto es responsabilidad de la AGI. Tampoco es responsabilidad del Grupo de Trabajo 5.5 el hacer recomendación formal de ningún sistema de referencia, ni de su especificación o adopción. Esto se deja a cargo de las Agencias Cartográficas Nacionales y de las Organizaciones de Normativa Internacional (que se tratarán posteriormente en el apartado 4).

En vista de ello, el Grupo de Trabajo 5.5 ha decidido que la FIG desempeñaría un mejor papel en este campo elaborando un Plan de Trabajos que se centrara en hacer que la información relacionada con los sistemas de referencia fuese más asequible para el topógrafo profesional. Esto se conseguirá mediante dos categorías de productos, diseñados para almacenar la información de los sistemas de referencia de forma accesible y fácil de entender.

El primer tipo de producto del Grupo de Trabajo 5.5 será la denominada *Hoja de Factores Técnicos*. Estos consisten en unos documentos cortos que explican, en un inglés fácilmente comprensible, los conceptos teóricos básicos y las aplicaciones prácticas, así como otros temas que resumen las actividades de las organizaciones con responsabilidades específicas en este campo. Lo que se expone a continuación serían ejemplos de Hojas de Factores Técnicos:

- El WGS84
- Modelos del geoide locales y globales
- Tipos de coordenadas
- Proyecciones cartográficas
- Datum (locales) clásicos
- El ITRF
- Procedimientos prácticos de transformación

- El papel de otras organizaciones internacionales
- Actividades comerciales (OpenGIS)
- Metodología de los fabricantes de GPS y de aquellos que desarrollan software.

El segundo tipo de producto del Grupo de Trabajo 5.5 sería la *Hoja de Información Local*. Estaría diseñada para describir la situación actual en cada país individual. Con ella se pretende ofrecer una breve descripción de los antecedentes, junto con una información de contacto, de modo que sirva de nexo de unión entre los topógrafos profesionales y la información que necesitan. Se espera que dicha información sea suministrada al representante de cada país en la Comisión 5 por la organización oficial pertinente, como puede ser la Agencia Cartográfica Nacional. Las Hojas de Información Local incluirán información de los siguientes tipos:

- Referencias formales a artículos técnicos detallados, y fácilmente accesibles, que describan la historia y la situación actual de los sistemas de referencia y de los datum de altitudes en cada país.
- Un breve resumen de los productos geomáticos normalizados que están disponibles en cada país, e información del sistema de referencia asociado.
- Una dirección en Internet, u otro método de contacto, mediante el cual el lector pueda encontrar las últimas informaciones relacionadas con los métodos de transformación más relevantes y sus parámetros asociados.
- Cualesquiera comentarios de importancia que indiquen aspectos especiales relativos a cada país, como, por ejemplo, si los parámetros de transformación están disponibles libremente o si los productos comerciales son aptos o no de sufrir transformaciones. También podrían incluirse resúmenes acerca de las políticas de futuro que se conozcan, por ejemplo, con respecto a la adopción de un sistema de referencia geocéntrico mundial.

Es importante señalar que el Grupo de Trabajo 5.5 no está intentando recoger información "numérica" sobre datum y transformaciones *per se*. Sencillamente, busca recoger y mantener al día la información sobre temas tales como la "filosofía general" de las definiciones de datum y transformaciones en países específicos. Un elemento clave de cada *Hoja de Información Local* es la dirección en Internet, o cualquier otro medio de contacto, de la autoridad que en cada país tiene la responsabilidad formal en estos temas (normalmente la Agencia Cartográfica Nacional).

Ejemplo de estos dos tipos de producto pueden encontrarse en los Apéndices de este artículo, así como en la dirección web del Grupo de Trabajo 5.5 ([http://www.ge.ucl.ac.uk/fig5\\_5](http://www.ge.ucl.ac.uk/fig5_5)). Cuando se desarrolle un mayor número de estos productos, existe la intención de publicarlos tanto en Internet como en versiones sobre papel, que se podrían obtener en la Oficina Permanente de la FIG. Los ejemplos que se pueden encontrar en esta página web deben contemplarse como un primer borrador. El Grupo de Trabajo 5.5 de FIG está ansioso de recibir comen-

tarios y sugerencias en cuanto a estilo y contenido, de todos aquellos interesados.

#### 4. LAS ORGANIZACIONES DE NORMALIZACIÓN

Han habido, y hay, diversas iniciativas para normalizar los sistemas de referencia. Estas iniciativas no intentan definir un sistema de referencia estándar, ya que ésta es una de las actividades de la AGI, sino que pretenden describirlos de forma detallada. Aunque la geodesia moderna tiene un enfoque particular, los usuarios tienen que trabajar con unos datos que pueden estar referidos a sistemas que algunos consideran obsoletos.

La información que describe los sistemas de referencia de coordenadas, a los que a menudo se denominan "metadatos" de los sistemas de coordenadas, ha estado en la agenda de trabajo de las organizaciones de normalización nacionales e internacionales, así como en las de la industria del sector, y puede considerarse de dos clases:

- Normas para actividades no geomáticas, por ejemplo para transporte por carretera y para telemática, donde existe la necesidad de incluir la posición, generalmente mediante coordenadas, y en donde sus autores tienen un diverso nivel de conocimientos acerca de los sistemas de referencia. A veces hacen planteamientos algo ingenuos en lo que respecta a las coordenadas, siendo el más frecuente el que la longitud y la latitud sean únicas. La profesión geomática ha tardado en reconocer que podía, y debía, haber contribuido a la creación de estas normas. Por otro lado, existen ejemplos en los que se han incorporado conocimientos geomáticos.
- Normas para el campo de la geomática, en particular para la información geográfica, en cuyo desarrollo ha habido una notable contribución en la descripción de los sistemas de referencia por parte de geomáticos con conocimientos sobre el tema.

A comienzos de los años 1980 se propusieron, en diversos países, unas normas nacionales para la información geográfica. Todas ellas incluían identificar la cuadrícula cartográfica nacional del país en cuestión, normalmente con una lista de opciones en el caso de que existan diversas zonas o múltiples sistemas de referencia.

A mediados de los años 1990 la ISO (*International Standards Organization*) comenzó a trabajar para definir un conjunto de normas para la información geográfica/geomática. El proceso de trabajo de la ISO consta de varias fases, y comienza con un acuerdo sobre el ámbito del tema, continúa con la formación de un Grupo de Trabajo, que elabora una propuesta interna de trabajo, la cual se distribuye entre los miembros de ISO, pasándose a continuación a distribuir entre el público una propuesta de norma internacional, que posteriormente es publicada. Transcurridos cinco años de su publicación, se comienza un proceso de revisión de las normas internacionales. Las nuevas normas son desarrolladas por los comités técnicos de ISO, integrados por grupos de miembros de ISO. Los miembros de ISO son las organizaciones nacionales de normaliza-

ción, tales como la *American National Standards Institute* (ANSI), la *Nederlands Normalisatie Instituut* (NNI), etc.

El Comité Técnico 211 de ISO (TC211, ver <http://www.statkart.no/isotc211/>) se creó para elaborar una propuesta de normas sobre información geográfica/geomática. Las iniciales propuestas de trabajo fueron descritas como parte de la norma internacional ISO-15046, pero han sido reenumeradas en la actualidad, con numeraciones que van desde ISO-19101 a ISO-19120. La norma ISO-19111 trata de la "Referencia Espacial por Coordenadas" y describe los parámetros necesarios para identificar los sistemas de referencia y las transformaciones entre los mismos. Otras normas ISO que tienen especial relevancia para los sistemas de referencia son la ISO-19113 "Principios de Calidad", ISO-19114 "Procedimientos de Evaluación de la Calidad", e ISO-19115 "Metadatos". La mayoría de estas normas se encuentran en la fase de "propuesta por el comité", y se espera que su próxima publicación como normas internacionales. En marzo del año 2000 fue acordado por el Comité Técnico 211 un elemento adicional de trabajo: una compilación de los valores de los parámetros de los sistemas de referencia de coordenadas.

Los Comités Técnicos y sus Grupos de Trabajo tienen, a veces, miembros de enlace procedentes de organizaciones con interés en el tema. Estos miembros de enlace pueden contribuir a la elaboración de normas, pero no pueden participar en las votaciones de las distintas etapas del desarrollo de las mismas. La FIG es una organización de enlace con el Comité Técnico 211 de ISO.

Cuando se formó el Comité Técnico 211 de ISO, el Comité Europeo de Estandarización (*Comité Europeen de Normalisation* – CEN) estaba trabajando para definir una normativa europea sobre información geográfica. Estos trabajos eran desarrollados por el Comité Técnico 287 de CEN. Al producirse la iniciativa de ISO, estos trabajos se publicaron como propuestas y no como normas europeos terminadas, sin embargo el trabajo de CEN fue la base de las propuestas de ISO.

#### 5. LAS ORGANIZACIONES COMERCIALES

No siempre han existido normas nacionales e internacionales cuando los usuarios han querido intercambiar sus datos. A menudo, los grupos industriales han tenido que diseñar sus propios estándares, fuera del proceso formal de normalización. Por ejemplo, las organizaciones militares incluidas en la OTAN disponen de una norma de información geográfica (Digest), que incluye la identificación de la referencia de coordenadas. Igualmente, la industria internacional del petróleo, a través de organizaciones como la UKOOA, ha dispuesto de normas, desde hace tiempo, para el intercambio de datos sísmicos y de navegación, describiendo el contenido y el formato necesarios para este tipo de información, así como recomendaciones de sistemas y transformaciones de coordenadas, definiendo los parámetros y las fórmulas compatibles (ver la directriz 7 y el conjunto de datos geodésicos de *European Petroleum Survey Group* (EPSG) en <http://www.petroconsultants.com/products/>

geodetic.html/). Para estas comunidades las normas internacionales llegaron demasiado tarde. Puede que las normas internacionales tengan un carácter *de jure*, pero las de estas comunidades lo son *de facto*.

Existe una dicotomía semejante dentro de la comunidad de vendedores de sistemas de información geográfica, y no sólo en la identificación de sistemas de referencia, donde cada vendedor ha compilado su lista de datos que necesitan sus clientes, sino también en los cálculos generales, en donde la falta de normas hizo que cada vendedor desarrollara los suyos propios. Esto ha dificultado la posibilidad de intercambio de datos entre las distintas aplicaciones. El Consorcio OpenGIS se formó para abordar este problema. OpenGIS es una organización comercial sin afán de lucro, con base en los EEUU, y abierta a los vendedores y clientes de tecnología de información geográfica de todo el mundo. Su finalidad es incrementar el uso de los sistemas de SIG, mediante el acuerdo y adopción de normas de cálculo y, en particular, mediante el desarrollo de extensiones a las normas de cálculo, siempre que éstas se consideren inadecuadas para la información geográfica. Una de las actividades de OpenGIS es la especificación y desarrollo de un servicio de transformación de coordenadas que use los datos geodésicos del *European Petroleum Survey Group* (EPSG) para los valores de los parámetros. OpenGIS y el Comité Técnico 211 de ISO han firmado un acuerdo de colaboración que haría compatibles las normas *de jure* y *de facto* para los sistemas de referencia.

## 6. CONCLUSIONES

En resumen, se puede ver que hay un gran número de organizaciones internacionales que están trabajando con ahínco y alcanzando notables progresos en el desarrollo de productos útiles para la práctica, y suministrando información importante en el campo de los sistemas de referencia de coordenadas. Entre ellas se incluyen:

- Organizaciones científicas, como la Asociación Internacional de Geodesia y la Unión Astronómica Internacional, junto con sus grupos de estudios especiales, comisiones y servicios técnicos especializados
- Organizaciones que representan a los topógrafos profesionales, como la FIG, junto con sus Grupo de Trabajos
- Organizaciones de normalización internacionales, como ISO, con sus Comité Técnicos
- Consorcios de organizaciones comerciales, como OpenGIS
- Grupos de Agencias Cartográficas Nacionales, como CERCO.

Algunas organizaciones nacionales, como el *US Department of Defense*, también participan en la recogida y publicación de información acerca de los sistemas de referencia. Sin embargo, en una situación ideal, todas estas organizaciones deberían estar más cuidadosamente coordinadas y tener unos papeles distintos y claramente definidos, aunque ligados entre sí, con lo que estarían trabajando en común para conseguir un conjunto de metas también comunes, entre las que se podrían incluir las siguientes:

- Un lenguaje estandarizado que permita unos diálogos eficaces.
- Una provisión de material didáctico relevante y de fácil acceso, tanto desde la perspectiva de las comunicaciones como desde la del lenguaje.
- Unas recomendaciones, internacionalmente aceptadas, para la descripción y la transformación entre sistemas de referencia mundiales y locales.
- Una forma normalizada de describir la calidad de las transformaciones y, por tanto, de las coordenadas que resultan de su aplicación.

De hecho, en la actualidad tenemos unos grupos algo dispares, que a veces duplican sus trabajos y que, a menudo, encuentran difícil el hacer progresos, debido al desconocimiento de lo que hacen los demás. Es cierto que muchos topógrafos profesionales no saben lo que se está haciendo, ni lo que no se está haciendo, en su favor y no están seguros de adonde acudir en busca de esta información.

Salta a la vista que se podrían obtener enormes ventajas, especialmente en términos de eficacia, reuniendo a todas aquellas organizaciones que intervienen en la definición o uso de los sistemas de referencia, con el fin de establecer unas metas claras, incluyendo la especificación de los diversos productos que la comunidad topográfica necesita en su conjunto. Es también necesario identificar, de forma clara y eficaz, la manera de que todos puedan trabajar conjuntamente para lograrlo. Esto es algo que la FIG podría facilitar, más aun siendo una de las principales organizaciones que intervienen en el tema y con un importante papel que desempeñar, y debe de hacerlo con un claro conocimiento de lo que los demás hacen.

La finalidad principal de este artículo es aportar información que ayude en este sentido. Por ejemplo, la FIG podría aclarar la terminología, elaborando, en su Grupo de Trabajo 5.5, una *Hoja de Factores Técnicos* basada en la terminología ISO y empleando dicha terminología en todas sus publicaciones. El Grupo de Trabajo 5.5 de la FIG debía ser alentado para trabajar estrechamente con el Comité Técnico 211 de ISO y con el Grupo de Trabajo 1 de la Comisión X de la Asociación Internacional de Geodesia, a fin de asegurar la compatibilidad de los productos, en especial en lo que respecta a la terminología, y para mantener bajo mínimos las duplicidades de esfuerzos. Finalmente, de todas las organizaciones involucradas la FIG es la que probablemente tiene un contacto más directo con las Agencias Cartográficas Nacionales y puede desempeñar un papel importante obteniendo su cooperación en la elaboración de las *Hojas de Información Local* del Grupo de Trabajo 5.5.

## BIBLIOGRAFÍA

- DEFENSE MAPPING AGENCY (1987). *"The Department of Defense World Geodetic Datum 1984: its definition and relationship with local geodetic systems"*. DMA Technical Report, No TR83502.

- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEODESY (1971) "Geodetic Reference System 1967". IAG Special Publication, No 3, Paris.
- LEONARD (2000). "CERCO&MEGRIN: Coordinating and speaking for Europe's NMAs". Surveying World, Vol 8, No 3, p. 34-35.
- MORITZ H (1984). "Geodetic Reference System 1980". Bulletin Géodésique, No 58, p. 388-398.

## APÉNDICE 1: EJEMPLO DE UNA HOJA DE FACTORES TÉCNICOS

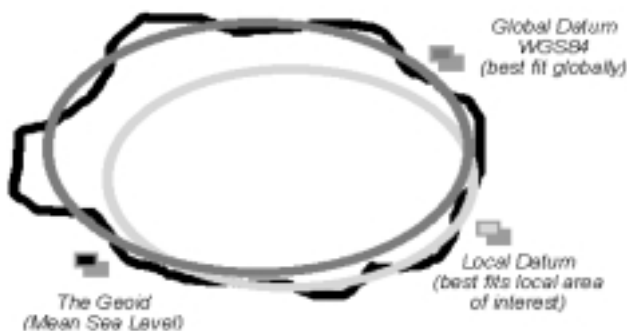


International Federation of Surveyors  
Fédération Internationale des Géomètres  
Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure  
Comisión 5: Posicionamiento y Mediciones  
Grupo de Trabajo 5.5: Sistemas de Referencia en la Práctica

### Hoja de Factores 5.501 de la FIG – El Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84)

#### Generalidades sobre el datum geodésico

La representación de una posición tridimensional requiere una superficie tridimensional. El geoide es una superficie adecuada para representar a la Tierra. Es la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que en su promedio coincide con el nivel medio del mar en el océano abierto. Debido a las variaciones de la gravedad, el geoide tiene ondulaciones apreciables y es necesario un modelo matemático para realizar los cálculos asociados con un datum. El elipsoide (o esferoide) es un modelo matemático adecuado. El datum geodésico tiende a emplear el elipsoide que mejor represente al geoide en el área de interés. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la relación espacial entre un datum local, un datum mundial y el geoide.



Antes del desarrollo de los sistemas de medición por satélite eran suficientes los datum geodésicos definidos localmente. Sin embargo, los sistemas de posicionamiento por satélite precisan de un datum geodésico mundial único y el GPS, GLONASS y otras técnicas de medición por satélite han tenido una influencia fundamental en la definición y uso de los datum.

- Los satélites se mueven alrededor del centro de masas de la Tierra y requieren un datum que sea geocéntrico.

- Su naturaleza mundial ha supuesto el que la ciencia geodésica tenga cada vez mayor importancia en la topografía cotidiana.
- En estos sistemas la altitud es medida sobre el elipsoide, por lo que se han necesitado mejores modelos del geoide.
- Ha surgido la tendencia a revisar los datum de trabajo locales para que sean más compatibles con las mediciones obtenidas mediante sistemas GPS y GLONASS.
- Su naturaleza tridimensional ha llevado a la necesidad de unos datum horizontales y verticales estrechamente vinculados.

Un datum mundial se basa en el *Conventional Terrestrial Reference System* – CTRS (Sistema Convencional de Referencia Terrestre). Un importante concepto que subyace en todo esto es que las definiciones de los sistemas de referencia son simplemente definiciones y que deben de realizarse o plasmarse a través de algún proceso definido. El WGS84 tal como se usa en GPS, el PZ90 que se usa en GLONASS y el ITRF (Sistema de Referencia Terrestre Internacional) son tres realizaciones o versiones particularmente relevantes del CTRS (véase Boucher y Altamimi, 1996). El WGS84 y el PZ90 han sido establecidos, y son mantenidos, por organizaciones militares, en tanto que el ITRF es producido por una institución científica, el *International Earth Rotation Service* – IERS (Servicio Internacional de Rotación de la Tierra).

#### El Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84)

El datum geodésico que se emplea en GPS es el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84). La importancia del WGS84 reside en que los receptores de GPS se basan en él. Los satélites envían sus posiciones sobre el WGS84, como parte de la señal emitida y que es la grabada por los receptores (la llamada *Broadcast Ephemeris*) y todos los cálculos internos de los receptores se realizan sobre el WGS84.

Desde un punto de vista técnico, el WGS84 es una versión del CTRS. Es establecido por la *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) del *US Department of Defense* (ver descripciones originales en DMA 1991 y Kumar 1993). La versión original del WGS84 se basaba en observaciones del sistema Transit y su precisión era sólo del orden de uno a dos metros. A comienzos de 1994 (comienzo de la semana 730 de GPS), el uso de un valor revisado de la constante de gravitación, junto con una mejora de las coordenadas de las estaciones de seguimiento GPS de NIMA y de las Fuerzas Aéreas estadounidenses, llevó al WGS84 (G730). Esta versión resultó ser consistente con el ITRF dentro de un nivel de los 10 cm (Malys y Slater, 1994). La mejora de las coordenadas de las estaciones de seguimiento provino de una solución combinada, empleando estaciones seleccionadas del IGS (Swift, 1994). En 1996, ulteriores mejoras en las coordenadas de las estaciones de seguimiento GPS llevaron a la versión WGS84 (G873). El G873 representa la semana 873 de GPS y se refiere a la fecha en que se incluyeron las nuevas coordenadas de las estaciones de seguimiento, dentro del proceso de efemé-

des precisas de NIMA. Las coordenadas G873 fueron implementadas el 29 de enero de 1997 en el GPS *Operational Control Segment*. Los tests han mostrado que WGS84 (G873) es coincidente con el ITRF94 en un nivel superior a los 2 cm (Malys y alumnos, 1997).

Debe también señalarse que el elipsoide empleado para el WGS84 coincide con el Sistema Geodésico de Referencia de 1980 (GRS80 – Moritz, 1980) excepto en una muy pequeña diferencia en el achatamiento. El GRS80 es el elipsoide de referencia asociado al ITRF.

### **Trabajando con el WGS84**

Debe de señalarse que sólo existen dos formas de obtener coordenadas WGS84 de forma directa. La primera es mediante mediciones de levantamientos con GPS relativas a las estaciones de seguimiento GPS del USDOD. Sin embargo, los datos GPS de dichas estaciones no están normalmente disponibles para los civiles. La segunda forma es mediante posicionamiento de puntos empleando un receptor GPS. Sin embargo, la precisión de estos posicionamientos de puntos efectuados por personal civil está limitado, por la política de la "Disponibilidad Selectiva", a unos  $\pm 100$  m, con un intervalo de confianza del 95%. Únicamente el USDOD y otras agencias militares aliadas, pueden efectuar el posicionamiento de puntos con una precisión que va del centímetro al decímetro.

Los topógrafos civiles necesitan a menudo las coordenadas WGS84 con una precisión superior a la disponible de esta forma. Por ejemplo, un requisito común de coordenadas WGS84 precisas es para alimentar el procesamiento de las líneas de base topográficas (que son postprocesadas en tiempo real). Sin embargo, y tal como se acaba de mencionar, los civiles no pueden acceder directamente al WGS84 con una precisión alta, por lo que deben acudir a medios indirectos para obtener coordenadas compatibles en WGS84.

Una manera de obtener coordenadas compatibles en WGS84 con mayor precisión, es empleando las coordenadas sobre el datum local, y efectuar un proceso de transformaciones previamente publicado. En la práctica, el proceso de transformaciones se efectúa entre los conjuntos de datos sobre ambos datum y cualquier error en estos datos afecta al proceso de las transformaciones. Las coordenadas *cuasi* WGS84 que se obtienen a partir de un proceso de transformaciones, pueden ser erróneas, en un sentido absoluto, en una magnitud de hasta varios metros, pero son generalmente más precisas en el sentido relativo. Generalmente, los procesos de transformaciones incluyen al método de Molodensky con tres parámetros (o desplazamiento del bloque), unas transformaciones de siete parámetros (de semejanza), ecuaciones de regresión múltiple y procedimientos de ajuste de superficies (ver la *Hoja de Factores Técnicos* de la FIG sobre transformaciones de datum).

La manera más rigurosa de obtener coordenadas compatibles en WGS84 para los topógrafos civiles, es el efectuar las mediciones GPS relativas a estaciones de control que disponen de coordenadas ITRF pu-

blicadas. Esto originará coordenadas ITRF en cualquier nueva estación. Como ya se mencionó arriba, puede asumirse que las coordenadas ITRF94 (o posterior) están a escasos centímetros de sus equivalentes en WGS84-G873.

Un importante mecanismo que permite que el ITRF sea accesible a las redes geodésicas de todo el mundo, es la posibilidad de acceder desde el *International GPS for Geodynamics Service* (IGS) (Servicio Internacional de GPS para Geodinámica), a las efemérides de precisión de los satélites GPS y a las coordenadas precisas de las estaciones. Este Servicio IGS dispone de una red mundial de estaciones con receptores de alta calidad y que están realizando continuamente observaciones GPS (Zumberger y al. 1995)

Dado el ampliamente extendido uso del GPS, existe la tendencia de que el datum geodésico de trabajo sea consistente con el ITRF más reciente y, por tanto, con el WGS84. Esta tendencia se inició con el Datum de Norteamérica de 1983, como datum geocéntrico que usaba el elipsoide GRS80. Las implementaciones más recientes han aprovechado el desarrollo continuo de los diversos ITRF (ver Seeger, 1984, como ejemplo de los desarrollos europeos). Australia también está progresando hacia la adopción de un datum geocéntrico basado en ITRF (Manning y Harvey, 1994). En aquellos casos en los que el datum geocéntrico moderno se base en un ITRF reciente, será compatible con el WGS84 a nivel de escasos centímetros.

### **Direcciones importantes de Internet**

Publicaciones WGS84 de NIMA. Incluyen referencias a un archivo de PDF del DMA1991, como ya se citó más arriba, y a otros documentos y programas de WGS84 en: <http://77164.214.2.59/geospatial/products/GandG/pubs.html>

GRS80, el Sistema Geodésico de Referencia de 1980 (Moritz, 1980), versión en Internet en [http://www.gfy.ku.dk/\\_iag/handbook/geodeti.html](http://www.gfy.ku.dk/_iag/handbook/geodeti.html)

ITRF (Sistema de Referencia Terrestre Internacional) <http://lareg.eng.ign.fr/ITRF/>

IGS (Servicio Internacional de GPS para Geodinámica) <http://igscb.jpl.nasa.gov/>

### **Otras Hojas Relevantes de Factores Técnicos de la FIG:**

Hoja de Factores Técnicos 5.002 de la FIG – *Transformaciones de datum*

### **Referencias**

- Boucher C. and Z. Altamimi, 1996, *International Terrestrial Reference Frame*, GPS World, September 1996.

- DMA, 1991, *Department of Defense World Geodetic System 1984: Its Definition and Relationship with Local Geodetic Systems*, DMA TR 8350.2, second edition, 1 September.
- Kumar, M., 1993, *World Geodetic System 1984: A Reference Frame for Global Mapping, Charting and Geodetic Applications*, Surveying and Land Information Systems 1993; Vol. 53 No. 1: pp 53-56.
- Malys, S. and J. Slater, 1994, *Maintenance and Enhancement of the World Geodetic System 1984*, Presented at The Institute of Navigation, ION GPS 94, Salt Lake City, Utah, September.
- Malys, S., J. Slater, R. Smith, L. Kunz and S. Kenyon, 1997, *Refinements to the World Geodetic System 1984*, Presented at The Institute of Navigation, ION GPS 97, Kansas City, MO, September 16-19.
- Manning, J. and B. Harvey, 1994, *Status of the Australian Geocentric Datum*, The Australian Surveyor, March.
- Moritz H., 1980, *Geodetic Reference System 1980*, Bulletin Geodesique 1980; Vol. 54, No. 3, pp 395-405.
- Seeger H., 1994, *The New European Reference Datum and its Relationship to WGS84*, FIG XX Congress, Commission 5, Melbourne, Australia, 5 - 12 March 1994.
- Swift E., 1994, *Improved WGS84 Coordinates for the DMA and Air Force GPS Tracking Sites*, Presented at The Institute of Navigation, ION GPS 94, Salt Lake City, Utah, September.
- Zumberger J. F., R. Liu and R.E. Neilan, (Editors), 1995, *International GPS for Geodynamics Service 1994 Annual Report*, IGS Central Bureau, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, September.

## APÉNDICE 2: EJEMPLO DE UNA HOJA DE INFORMACION LOCAL



International Federation of Surveyors  
Fédération Internationale des Géomètres  
Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure  
Comisión 5: Posicionamiento y Mediciones  
Grupo de Trabajo 5.5: Sistemas de Referencia en la Práctica

### Hoja de Información Local de la FIG 5.501 – Gran Bretaña

#### Organización

Gran Bretaña incluye Inglaterra, Escocia y Gales. No incluye la República de Irlanda ni Irlanda del Norte. La Agencia Cartográfica Nacional es el *Ordnance Survey Great Britain* y es responsable de los sistemas de referencia nacionales. El *Ordnance Survey* tiene un servicio de información, al que se deben de dirigir, en primera instancia, todas las demandas de información.

#### Resumen de los sistemas de referencia

**Base histórica de la cartografía:** Toda la cartografía nacional se basa en la *National Grid*, que es una proyección transversa de Mercator de la red

de triangulación OSGB36, observada de 1935 a 1962, empleando el elipsoide de Airy. En Irlanda existe una *National Grid* distinta. Las altitudes se muestran como altitudes ortométricas referidas al *Ordnance Datum Newlyn*, un datum único de mareógrafo del nivel medio del mar, observado de 1915 a 1921 y plasmado en una red nacional primaria de 200 señales fundamentales de nivelación.

**El sistema de referencia GPS:** El sistema de referencia estándar nacional GPS es el ETRS89, que se obtiene mediante una transformación de 6 parámetros del ITRS96 publicado por IERS. ETRS89 es una variante del WGS84 ligada a la parte estable de la placa tectónica europea. Actualmente (1999) difiere del ITRS96 en unos 25 cm, creciendo unos 2,5 cm al año.

**La red nacional GPS:** El sistema de referencia primario de Gran Bretaña desde 1992 ha sido la red nacional GPS, que incluye 750 señales situadas al lado de carreteras, con coordenadas ETRS89 y observada desde 1991 a 1992. En 1999 se está mejorando la red nacional GPS mediante la adición de 30 estaciones activas GPS (es decir, estaciones que están observando continuamente de forma automática), de modo que todos los puntos de Gran Bretaña estarán a menos de 100 km de una estación activa (150 km en las Highlands escocesas). También se han añadido nuevas estaciones pasivas a todas las señales fundamentales de nivelación, lo que aumenta la red pasiva a un total de 900 estaciones. Las estaciones pasivas están siendo reobservadas ahora en un ciclo de 5 años.

**Realización de la *National Grid*:** Actualmente, la *National Grid* está formalmente establecida mediante las coordenadas de las estaciones y los archivos de la red de triangulación OSGB36. La transformación de la *National Grid* OSTN97 es una cuadrícula interpolada mediante parámetros de desplazamientos horizontales, que recubre Gran Bretaña con una resolución de 1 km y que convierte las coordenadas GPS ETRS89 a coordenadas de la *National Grid*, con una precisión de 20 cm. En el año 2002, una versión mejorada de esta transformación será la definición de la *National Grid*, y se recomendará no emplear la red de triangulación.

**Realización del *Ordnance Datum Newlyn*:** El datum de altitudes ortométricas está, en la actualidad, formalmente establecido mediante la red de señales fundamentales y el archivo de coordenadas de nivelación. El Modelo Nacional del Geoide OSGM91 es una cuadrícula interpolada de residuos entre el elipsoide ETRS89 y un modelo gravimétrico del geoide alineado con el *Ordnance Datum Newlyn*. La precisión del OSGM91, estimada mediante GPS y nivelación, es superior a los 10 cm (confianza del 95%). Se recomienda el uso de la Red Nacional GPS y el OSGM91 para el establecimiento de las nuevas señales de altitud ortométrica. No se recomienda, sin embargo, la densificación de las señales para el control de las altitudes ortométricas.

## Disponibilidad de los productos

El OSTN97 y el OSGM91 disponen de licencias para que los vendedores de software los incorporen a paquetes de programas GPS, SIG y navegación. En la página web del *Ordnance Survey* hay una lista actualizada de los distribuidores de datos con licencia. Estos productos no están disponibles directamente para los usuarios desde el *Ordnance Survey*. El departamento de ventas del *Ordnance Survey* dispone de información y coordenadas de las estaciones pasivas de la Red Nacional GPS. Las coordenadas de las estaciones activas y los datos GPS están disponibles en Internet. La información tradicional de control (información de las estaciones de triangulación y señales de altimetría) está disponible al público en el departamento de ventas del *Ordnance Survey*.

## Temas especiales

La red de triangulación OSGB36 contiene distorsiones de orientación y escala que ocasionan errores en las coordenadas de una magnitud de 5 a 10 m. Ninguna transformación sencilla del datum GPS puede ajustar las coordenadas de la *National Grid* con una precisión superior a los 5 m para la totalidad de Gran Bretaña. En trabajos de precisión, las transformaciones de datum requeridas pueden variar en distancias muy cortas. En consecuencia, el *Ordnance Survey* no recomienda el uso en Gran Bretaña de transformaciones de datum sencillas y debe, pues, em-

plearse la transformación nacional estándar OSTN97, que modela las distorsiones del OSGB36 con una resolución de 1 km.

## Referencias

La página web "*GPS positioning and coordinate systems*" del *Ordnance Survey* tiene enlaces a todas las informaciones disponibles sobre sistemas de referencia en Gran Bretaña.

La dirección es <http://www.ordnance.gov.uk/services/gps-co/index.htm>

Artículos disponibles en este sitio:

- "*A Guide to Coordinate Systems in Great Britain*", un manual de 42 páginas en las que se explican muchos conceptos geodésicos y se detallan los sistemas de coordenadas y sistemas de referencia usados en Gran Bretaña.
- "*Information Paper 12/1998 - GPS and mapping in the 21st century*". Un documento publicitario en el que se explica la política geodésica del *Ordnance Survey*.
- "*Improving Access to the National Coordinate Systems*". Artículo publicado primeramente en la revista *Surveying World*, que da un repaso de los desarrollos en geodesia habidos en Gran Bretaña para la profesión topográfica. ■

## " LA TIENDA VERDE "

C/. MAUDES, 23, TEL. 91 535 38 10 y MAUDES, 38, TELS. 91 534 32 57 - 91 533 07 91  
FAX: 91 533 64 54  
28003 MADRID

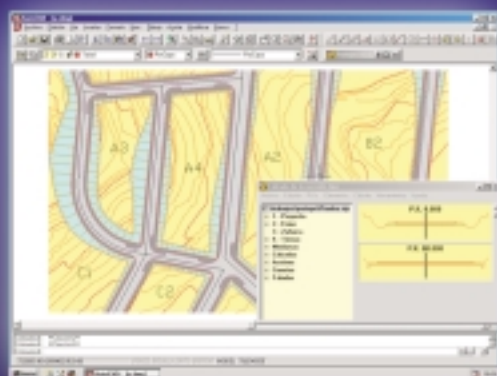
### " LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA "

- |   |                          |                                 |
|---|--------------------------|---------------------------------|
| - MAPAS TOPOGRAFICOS: S. G. E. I. G. N. | - MAPAS METALOGENETICOS. | - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES. |
| - MAPAS GEOLOGICOS.                     | - MAPAS TEMATICOS.       | - FOTOGRAFIAS AEREAS.           |
| - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.            | - PLANOS DE CIUDADES.    | - CARTAS NAUTICAS.              |
| - MAPAS AGROLOGICOS.                    | - MAPAS DE CARRETERAS.   | - GUIAS EXCURSIONISTAS.         |
| - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.          | - MAPAS MUNDIS.          | - GUIAS TURISTICAS.             |
| - MAPAS GEOTECNICOS.                    | - MAPAS MURALES.         | - MAPAS MONTAÑEROS.             |

" VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA "  
" SOLICITE CATALOGO "

# DINAMISMO EN AUTOCAD

# PROTOPO



## Módulo 1

Editor de Coordenadas

Modelo Digital del Terreno y Curvado.

Nuevo Cálculo de volumen entre Modelos.

Nuevo Cálculo Topográfico, Radiaciones, Poligonales, Redes.

autodesk  
authorized developer

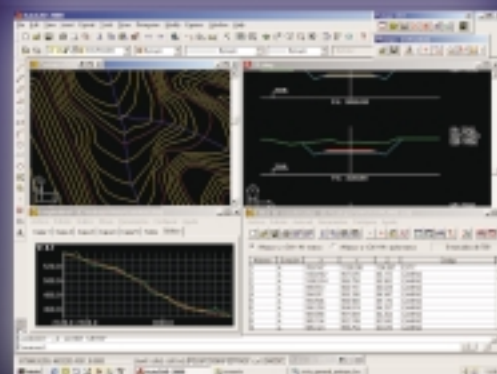
## Módulo 2 (Incluye módulo 1)

Perfiles Longitudinales.

Perfiles Transversales. Volúmenes.

Nuevo Diseño de Transversales.

Nuevo Listado Volúmenes (Especial Viales).



## Módulo 3 (Programa Completo)

Trazado en Planta.

Sección Tipo

Enlace entre Ejes.

Nuevas Herramientas de Ayuda al Trazado.

Nuevas Aplicaciones. Aprovechamiento de Firmes, Túneles.



## GPSAT

Programa integrado en Autocad para posicionamiento, registro y replanteo con GPS y/o Sonda.

Topografía y Batimetrías:

Dibujo de Cualquier Entidad de Autocad con posición GPS.

Cálculo de parámetros de transformación Helmert 2D, 3D.

Nuevas Pantallas de Captura, Replanteo y Rumbos.



## PROCAD

Potente y fácil programa de diseño asistido CAD para las libretas Pocket PC.

Incluye múltiples funciones de dibujo, edición, organización por capas, colores, DXF, georeferenciación de imágenes Raster...

## PROSAT

Programa integrado en ProCad, que permite la recepción de mensajes del GPS con la consiguiente Navegación sobre imágenes escaneadas o ficheros de Autocad, permitiendo registro, replanteo, dibujo de cartografía, batimetrías, rutas...

### GRATIS

\* Herramienta PPROTOPO para Cartografía, Punto-GIS, Curva de Nivel.

\* PROCAD,

\* PROLINK.



### TECNOLOGÍA

ProtoPO 5.5 está desarrollado en Visual C++ (no en LISP ni ADS) usando controles ActiveX para mejorar la productividad, y conseguir una presentación más próxima a Windows, con pantallas dimensionables, dinámicas y con alta velocidad (Triangulación de 90.000 puntos en menos 24sg). Funciona como aplicación integrada en Autocad realizada en el mismo lenguaje que este. (Object, ARX, MFC).

# Estimación de la Fiabilidad en un Simulador de Redes de Fotogrametría Terrestre

Diego González Aguilera

INGENIERO EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

E.P.S. DE ÁVILA

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

## Resumen

*El presente artículo es una síntesis del Proyecto Fin de Carrera de Ingeniero en Geodesia y Cartografía del autor. Este proyecto está basado en la aplicación de los procedimientos clásicos y robustos sobre un simulador de redes de fotogrametría terrestre. Dicho simulador es un programa desarrollado en el entorno de programación Visual Basic, en el cual el propio usuario puede llevar a cabo distintas simulaciones sobre una red de fotogrametría terrestre. Así, el usuario, a través de la aplicación, está capacitado para dibujar su propio edificio o fachada y llevar a cabo una simulación de errores groseros sobre la red proyectada, con el objetivo de obtener una estimación de la fiabilidad por el procedimiento que estime oportuno: Métodos Clásicos o Métodos Robustos.*

*Finalmente, de cara a comprobar y evaluar el programa creado, se muestran dos ejemplos de simulación de la fiabilidad en sus dos vertientes (Clásica y Robusta) y se realiza un estudio comparativo entre las distintas metodologías, con el objetivo de extraer los resultados y conclusiones de las diferentes simulaciones realizadas.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el estudio de la fiabilidad es uno de los temas con más aplicación y utilidad en Fotogrametría, Geodesia y muchas otras ciencias en general. El motivo de su importancia radica en la necesidad de trabajar con grandes cálculos computacionales en los cuales se manejan multitud de datos. Debido a este gran volumen de datos a manejar, se hace indispensable poder llevar a cabo, de forma automática, un control de los posibles errores en las observaciones, suceso bastante habitual.

En concreto, en Fotogrametría se manejan gran cantidad de observaciones y el controlar de forma automática los errores groseros es fundamental, debido a los efectos negativos que se producen al realizar los distintos ajustes de observaciones, necesarios en los procedimientos fotogramétricos.

Apoyándose en esta idea y su necesidad, y tomando las líneas de investigación y desarrollo de software para mejorar la docencia de la Fotogrametría y disciplinas afines, que actualmente se desarrollan en el Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno de la E.P.S. de Ávila (Univ. de Salamanca), se creó el programa informático *Simulador de*

*Redes de Fotogrametría Terrestre* (en su módulo de fiabilidad). Este proyecto da continuidad a otros dos proyectos anteriores, desarrollados por Ana García de Vicuña y José Carlos Martín García, que consistían en proporcionar al simulador el entorno gráfico (simulación de fotografías) y el cálculo de la precisión de la red respectivamente.

Cabe destacar la importancia de la componente didáctica que presentan todos los trabajos realizados, con el objetivo de que el alumno asimile y comprenda perfectamente no sólo la aplicación, sino también los fundamentos teóricos.

La herramienta empleada para realizar los cálculos en el simulador fue la correspondiente al *ajuste de haces* basada en la *condición de colinealidad*, la cual me permitió determinar las coordenadas de los puntos requeridos, al mismo tiempo que se calculaban las incógnitas propias de la orientación externa. Además, se considera que la cámara empleada es una cámara métrica, de la que se suponen conocidos los datos relativos a la focal, parámetros de distorsión radial, etc.

Como uno de los datos de partida es el valor de las fotocoordenadas de los puntos en cada fotograma, se hace necesario implementar un algoritmo que simule errores groseros en los puntos que elija el usuario.

Resuelto este problema, se estaría en disposición de entrar en el proceso de cálculo de la fiabilidad. Ahora bien, debido a que el método citado para resolver el problema ofrece una serie de ecuaciones que superaran en número a las incógnitas, será de obligado cumplimiento alcanzar la solución mediante alguna técnica que permita ajustar las observaciones. La técnica mas extendida es la de Mínimos Cuadrados, que será la adoptada para solucionarlo.

Aplicando la solución mínimo-cuadrática al sistema formado a partir de los datos iniciales, se llegaría no sólo a la determinación de los parámetros incógnita del sistema y precisiones de éstos, sino que además se estimaría la fiabilidad de las observaciones (fotocoordenadas), contemplando si existe algún error grosero o no en las mismas, con el objetivo final de eliminarlos o "castigarlos", dependiendo de si empleamos la metodología Clásica o Robusta respectivamente.

La detección de errores groseros se podrá llevar a cabo por Procedimientos Clásicos, que se apoyan en diferentes tests estadísticos (Test de Baarda, Test de Pope, Test Global del Modelo), o bien por los Procedimientos Robustos, los cuales no se apoyan en la estadística y surgen cuando un determinado conjunto de observaciones se desvía del Modelo Normal propuesto por Gauss, a causa de errores groseros. Se trata pues de buscar métodos alternativos de ajuste que actúen de modo eficiente, independientemente de la distribución que sigan sus errores.

## 2. PROCEDIMIENTOS CLÁSICOS

Los Procedimientos Clásicos implementados en el simulador se apoyan en el principio de los MMCC establecido por Gauss, consistente en imponer el criterio de que la función  $\phi$ , definida de la forma  $\phi = \mathbf{V}^T \mathbf{P} \mathbf{V}$ , ha de ser mínima, siendo  $\mathbf{P}$  la matriz formada por los pesos de las observaciones.

El cálculo de la fiabilidad en el simulador de fotogrametría terrestre mediante los procedimientos clásicos, consistirá en aplicar los siguientes tests estadísticos:

- Test Global del Modelo
- Test de Baarda
- Test de Pope.

El **Test Global del Modelo**, también conocido como Test de la Chi Cuadrado, se apoya en la comparación de la varianza *a priori* con la varianza *a posteriori* del Ajuste.

Como en todo test estadístico, las hipótesis a plantear serán:

- *Hipótesis Nula*: El modelo es correcto y completo.
- *Hipótesis Alternativa*: El modelo no es correcto y será necesaria la detección de errores groseros mediante el Test de Baarda.

En función del nivel de significación elegido por el usuario y los grados de libertad del Ajuste, determinaremos la cota de cierre de la distribución estadística de la Chi Cuadrado, la cual nos servirá para establecer el Test de la Bondad del Ajuste:

$$\frac{(r \cdot S_0^2)}{\sigma_0^2} > \chi^2_{r, \alpha} \left\{ \begin{array}{l} r = \text{redundancia.} \\ S_0^2 = \text{Varianza de referencia a posteriori.} \\ \sigma_0^2 = \text{Varianza de referencia a priori.} \\ \alpha = \text{Nivel de significación de la} \\ \text{distribución } \chi^2 \text{ (Chi-Cuadrado).} \end{array} \right.$$

El **Test de Baarda** asume que los residuos están normalmente distribuidos y que la desviación *a priori* ( $s^0$ ) es conocida. Se apoyará por tanto en el cálculo de los residuos tipificados ( $\mathbf{W}_i$ ).

Dichos residuos tipificados se podrán obtener a partir de:

$$\mathbf{W}_i = \mathbf{V}_i / \sigma_{v_i}$$

siendo  $\sigma_{v_i}$  la desviación estándar del residuo.

Teniendo en cuenta que al trabajar con la misma cámara las observaciones tienen la misma precisión, la matriz de pesos se podrá considerar constante y, por lo tanto, los residuos tipificados vendrán dados por:

$$\mathbf{W}_i = \mathbf{V}_i / \sigma_0 \sqrt{q_{ii}}$$

siendo  $\sqrt{q_{ii}}$  la raíz del número de redundancia, procedente de la diagonal de la matriz cofactor de los residuos ( $\mathbf{Q}_{vv}$ ).

Así, el enfoque consiste en utilizar un nivel de significación (elegido por el usuario) y los grados de libertad del ajuste para determinar la Cota de Cierre de Baarda. La observación con el residuo tipificado mayor será rechazada cuando su valor supera la cota de cierre establecida:

$$\mathbf{V}_i / S_0 \sqrt{q_{ii}} > \text{Cota Cierre Baarda}$$

A continuación se muestra un resumen de los pasos necesarios para programar en el simulador de forma correcta el Test de Baarda:

- Paso 1*: Localizar los residuos tipificados que se encuentran por encima de la cota de cierre establecida
- Paso 2*: Quitar el residuo tipificado mayor
- Paso 3*: Volver a hacer el ajuste con las aproximaciones iniciales hasta que no existan errores groseros
- Paso 4*: Continuar con los pasos del 1 al 3 hasta que se eliminen todos los errores detectados
- Paso 5*: Si no existen más observaciones con errores groseros, continuar el ajuste con los valores calculados en cada iteración hasta el final.

El **Test de Pope** es, al igual que el Test de Baarda, un test estadístico para la detección de errores groseros que se apoya en la distribución estadística de la  $t$  de Student. Dicho test considera que la varianza *a priori* ( $\sigma_0^2$ ) no es conocida. En consecuencia, Pope no aplicará el Test Global o de la Chi cuadrado, sino que trabajará con los residuos *estudentizados*:  $\mathbf{V}_i / S_{v_i}$

Al igual que en el Test de Baarda, las hipótesis a plantear serán:

*Hipótesis Nula:* Todas las observaciones están distribuidas normalmente y no existen errores groseros.

*Hipótesis Alternativa:* Un error grosero es detectado.

La dinámica de aplicación del Test de Pope es la misma que la del Test de Baarda.

### 3. PROCEDIMIENTOS ROBUSTOS

Los métodos de Estimación Robusta se caracterizan porque no se minimiza el sumatorio de los cuadrados de los residuos, sino otra función elegida de forma adecuada:  $\Sigma\phi(v) \rightarrow$  mínima. Además, se apoyan en la aplicación en el cálculo iterativo de una función de peso variable, escogida en función del Estimador Robusto a aplicar.

En determinadas situaciones es recomendable que el mismo usuario, en función de sus propias experiencias, modifique el estimador, de forma que se adapte lo mejor posible a su problema, de cara a obtener una estimación de la fiabilidad más eficiente.

La solución numérica se obtendrá mediante la aplicación, de forma iterativa, del método de los mínimos cuadrados ponderados.

Expresado matemáticamente sería:  $P(v_i^{(k-1)})$

donde **P**, función de pesos.  
**i**, el número del residuo.  
**k**, el número de la iteración.

La iteración comienza con unos valores dados *a priori* para los pesos de las observaciones y un ajuste convencional por mínimos cuadrados, en el que se supone que todas las observaciones tienen el mismo peso. En la siguiente iteración se calculan nuevos pesos para cada observación individual, a partir de sus residuos obtenidos en el Ajuste anterior, y se repite el ajuste mínimo cuadrático con los nuevos pesos. El proceso iterativo se continua hasta que se logra la convergencia.

Los Estimadores Robustos implementados en el simulador de redes de fotogrametría terrestre son:

- Estimador Danés
- Estimador de German&McClure
- Estimador de la Mínima Suma
- Estimador de Huber.

Su filosofía de aplicación consiste en "castigar" a los residuos altos y "premiar" a los residuos bajos, con el objetivo de que las observaciones erróneas sean expulsadas del ajuste al asignárseles pesos bajos.

A continuación pasaremos a exponer brevemente la función de peso variable asociada a cada uno de los estimadores robustos:

Método Danés:

$$P(v) = \begin{cases} 1 & \text{para } |v| < 2\sigma \\ \exp\left(-\frac{|v|^2}{2\sigma^2}\right) & \text{para } |v| > 2\sigma \end{cases}$$

Método de la Mínima Suma:

$$P(v) = \frac{1}{|v| + \epsilon}$$

Método de German & McClure:

$$P(v) = \frac{1}{(1 + v^2)^2}$$

Método de Huber:

$$P(V_i) = \begin{cases} 1 & \text{para } \frac{|v|}{\sigma} \leq a \\ \frac{a}{|v|/\sigma} & \text{para } \frac{|v|}{\sigma} > a \end{cases}$$

(\*) Los estimadores robustos en los cuales las funciones de pesos dependen de constantes, deberán ser modificados por el usuario en función de sus propias experiencias y necesidades de cada problema.

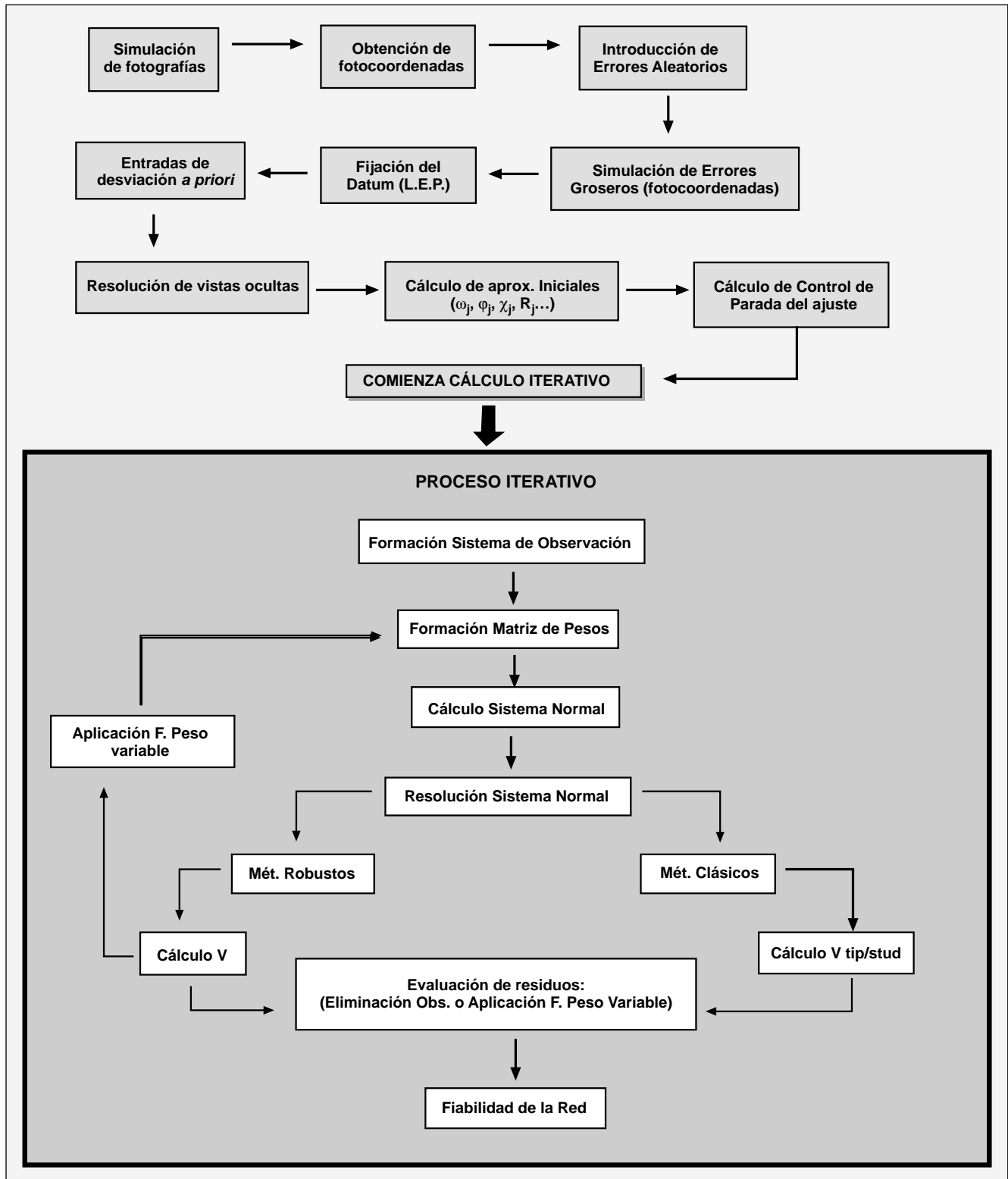
### 4. ESQUEMA : MÓDULO FIABILIDAD

A continuación se muestra un esquema del módulo programado en el simulador, el cual recoge el proceso a seguir para la estimación de la fiabilidad desde el inicio. Es decir, una vez que se obtienen las fotografías simuladas y sus fotocoordenadas asociadas, llevaremos a cabo una simulación de errores groseros, para pasar posteriormente a fijar el sistema de referencia y la desviación *a priori* de las fotocoordenadas, comenzando así el cálculo mínimo cuadrático iterativo. Realizado dicho cálculo podremos llevar a cabo una estimación de la fiabilidad por los métodos clásicos o bien por los robustos, realizando una evaluación de los residuos, con el objetivo de eliminar observaciones erróneas (si las hubiese) o aplicar una determinada función de peso variable respectivamente.

### 5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

A continuación pasaremos a describir de manera simplificada el funcionamiento del Simulador de Redes de Fotogrametría Terrestre en su módulo de estimación de la fiabilidad.

**ESQUEMA DE PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE FIABILIDAD EN EL SIMULADOR**

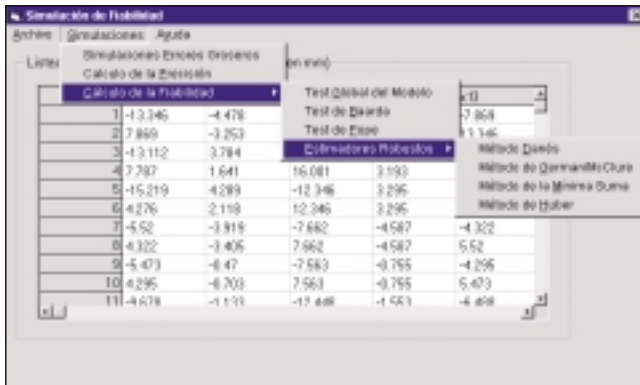


La aplicación, como se especificó al inicio, está desarrollada en el lenguaje de programación Visual Basic y está dotada de un entorno de desarrollo visual para Windows, compuesto por una serie de ventanas y formularios que permiten al usuario manejar sin ningún problema la aplicación.

Además, el programa cuenta con su correspondiente *Ayuda* diseñada en formato HTML, con el objetivo de que el usuario maneje sin ningún problema el simulador y asimile perfectamente la filosofía de la estimación de la fiabilidad en sus dos vertientes: Clásica y Robusta.

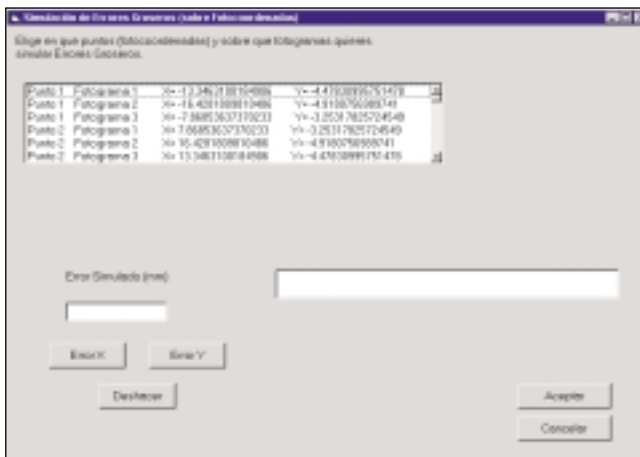
### Ventana Menú: Simulación de la Fiabilidad

Se trata del menú principal referente a la estimación de la fiabilidad. Dicho menú, a través del encabezamiento *Simulaciones*, nos permitirá, en primer lugar, llevar a cabo una simulación de errores groseros en las observaciones, para posteriormente calcular la red (precisión) y finalmente estimar la fiabilidad y detectar errores groseros en las observaciones, para poderlas eliminar o "castigar", según sea el caso (Procedimientos Clásicos o Robustos).



### Opción: Simulación de Errores Groseros del menú Fiabilidad

Esta opción permite la simulación por parte del usuario de varios errores groseros en las observaciones (fotocoordenadas). Debido a que se trata de un Simulador y éste como tal no tiene errores groseros, se posibilitará al usuario el poder simularlos, para ello se entrará en la ventana *Simulación de Errores Groseros*, la cual nos permite realizar todas estas simulaciones.

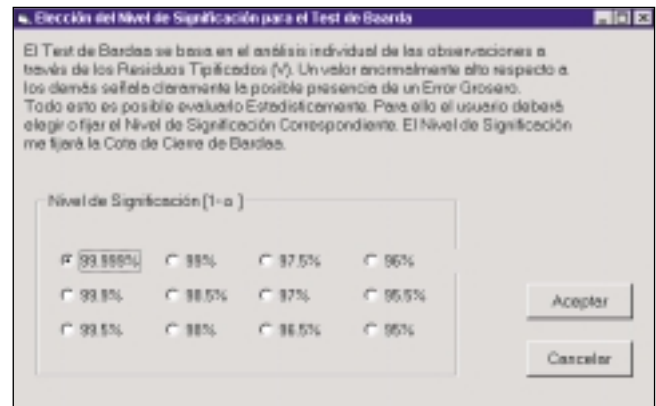


### VENTANAS ASOCIADAS AL CÁLCULO DE LA FIABILIDAD (MÉTODOS CLÁSICOS)

El cálculo de la fiabilidad por procedimientos clásicos conlleva la utilización de una serie de formularios (ventanas) con objeto de dar instrucciones al usuario, requerir de éste determinados datos, visualizar resultados, etc.

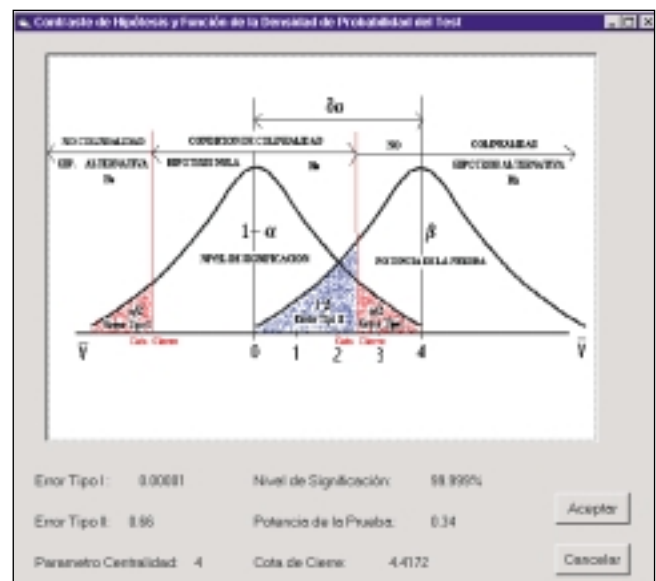
### Ventana de Elección del Nivel de Significación

La elección del nivel de significación por parte del usuario resulta fundamental a la hora de calcular la *cota de cierre* de un determinado test estadístico. Por lo tanto, dicha ventana posibilitará al usuario elegir el nivel de significación que desee en cada uno de los diferentes test.



### Ventana Gráfica del Contraste de Hipótesis

Posteriormente a la elección por parte del usuario del nivel de significación del test, se mostrará una ventana que contiene un gráfico didáctico y explicativo del contraste de hipótesis, con todos los datos informativos correspondientes a dicho test: (potencia de la prueba, error tipo I, error tipo 2, nivel de significación, cota de cierre y parámetro de no centralidad).



### Ventana de Visualización de los Resultados de la Fiabilidad (Métodos Clásicos)

Realizado el cálculo, aparecerá en pantalla una ventana en cuyo interior se pueden visualizar los resultados finales en cada iteración. Al cargarse esta ventana se verán todos los resultados concernientes a la fiabilidad de las observaciones, mostrándose en primer lugar los correspondientes a los

residuos tipificados de las observaciones, pues se tratan de los datos más importantes a la hora de detectar errores groseros.

Otros resultados que se pueden visualizar son: Matriz Cofactor de los Residuos, Residuos, Número de Redundancia o Contribución a la Redundancia, Fiabilidad Interna, Fiabilidad Externa, Parámetros de la Red y las Figuras de Error. Además, se podrá visualizar un esquema matricial compuesto por la matriz cofactor de los residuos ( $Q_{vv}$ ), el vector de residuos, la matriz de pesos y las observaciones.

Todos estos resultados se podrán visualizar de iteración en iteración o bien simplemente en la última iteración. Para ello se ha introducido en la Ventana de Visualización de Resultados un encabezamiento llamado *Iteraciones*, que le permite al usuario ir calculando de iteración en iteración o bien calcular hasta el final. El motivo de la incorporación de esta nueva opción no es otro que la necesidad de ir eliminando de forma interactiva por parte del usuario aquella observación que se supone contiene un error grosero. El hacerlo de forma manual por parte del usuario tiene como justificación el mejor entendimiento y comprensión de la aplicación de los test de Baarda y Pope en el contexto fotogramétrico. Una vez que el usuario ha comprendido la dinámica de eliminación de observaciones, se recomienda ejecutar la opción *cálculo hasta el final* para permitir al

ordenador calcular de forma automática todo el proceso, explotando así la potencia del simulador.

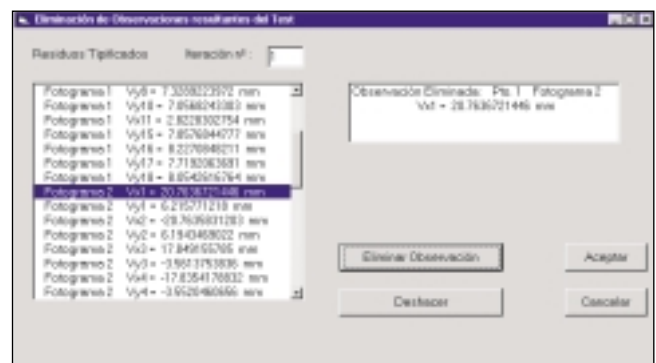
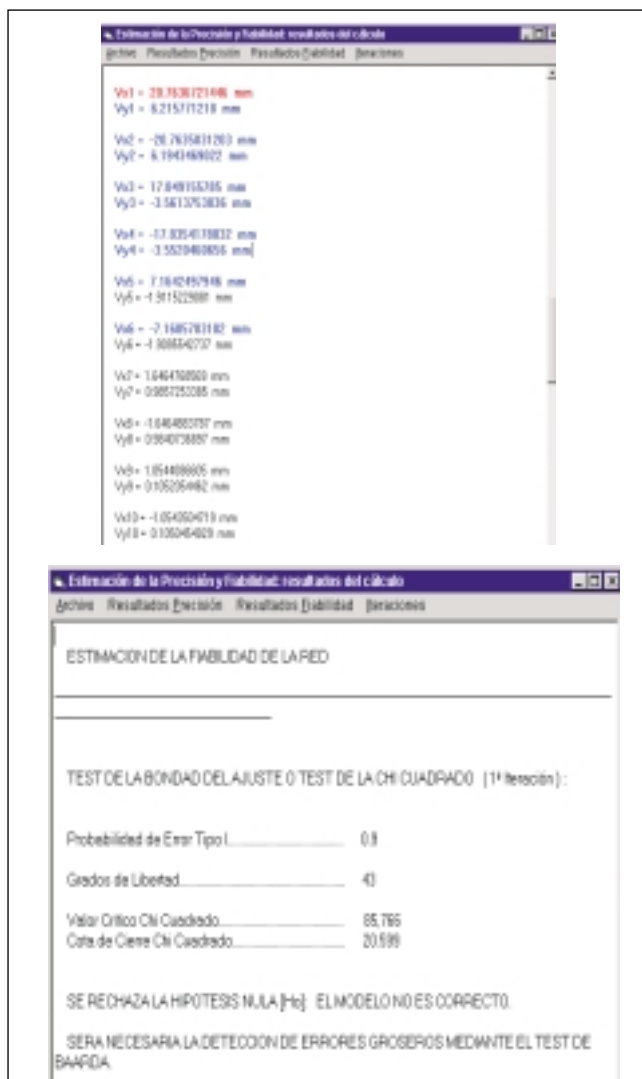
Si se desea conocer los valores numéricos correspondientes a la Fiabilidad, se debe seleccionar el encabezamiento *Resultados-Fiabilidad*.

De entre todos los posibles resultados que se pueden visualizar, vamos a ver los correspondientes a los residuos tipificados y a la aplicación del Test Global del Modelo, por ser éstos los más importantes a la hora de llevar a cabo la eliminación de observaciones.

### Ventana de Eliminación de Observaciones (Métodos Clásicos)

En el caso de que existan observaciones que superen la cota de cierre establecida en el Test, aparecerá automáticamente una ventana para poder llevar a cabo la eliminación manual de la observación correspondiente al residuo tipificado mayor. Esta ventana nos sirve, por lo tanto, para llevar a cabo la dinámica iterativa de eliminación correspondiente tanto al Test de Baarda como al Test de Pope.

No se deberán eliminar varias observaciones dentro de una misma iteración, pues puede que una sola observación sea la errónea y esté "contaminando" a las demás.



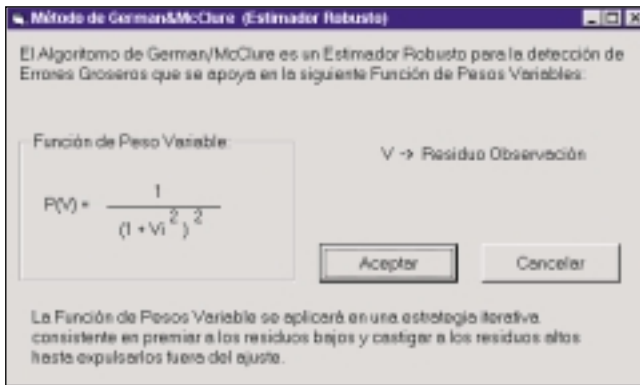
### VENTANAS ASOCIADAS AL CÁLCULO DE LA FIABILIDAD (MÉTODOS ROBUSTOS)

El cálculo de la fiabilidad a través de los Estimadores Robustos conlleva la utilización de una serie de formularios (ventanas) con objeto de dar instrucciones al usuario, requerir de éste determinados datos, visualizar resultados, etc.

#### Ventana explicativa de los estimadores robustos

Cada uno de los estimadores robustos que aplicaremos en el cálculo de la fiabilidad serán comentados brevemente en una ventana previa antes del cálculo.

Como ahora veremos, en dicha ventana se muestra la función de peso variable que se deberá aplicar al cálculo mínimo cuadrático para ir "castigando" los residuos altos y "premiando" a los residuos bajos, con el objetivo de expulsar fuera del ajuste aquellas observaciones con errores groseros.



### Ventana de Visualización de los Resultados de la Fiabilidad (Métodos Robustos)

Realizado el cálculo robusto, aparecerá en pantalla una ventana en cuyo interior se pueden visualizar los resultados finales en cada iteración. Al cargarse esta ventana se verán todos los resultados concernientes a la fiabilidad de la estimación robusta de las observaciones, mostrándose en primer lugar los correspondientes a los residuos de las observaciones, pues se trata de los datos más importantes a la hora de ir observando si la *función de peso variable* va actuando de forma correcta, es decir, "castigando" a los residuos altos y "premiando" a los residuos bajos. Además, podremos visualizar la mencionada matriz de pesos variables, así como otra serie de datos relativos a la fiabilidad robusta.

Como siempre, todos estos resultados se podrán visualizar de iteración en iteración o bien simplemente en la última iteración.

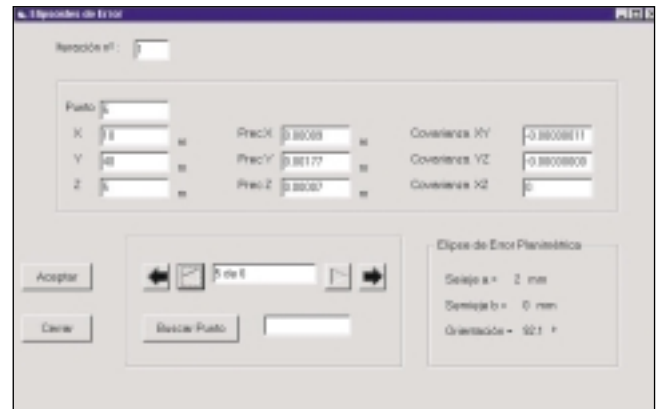
A continuación se muestran los resultados de los Pesos Variables obtenidos en la 2ª iteración de la Estimación Robusta mediante el Método Danés:



### Ventana de las Figuras de Error

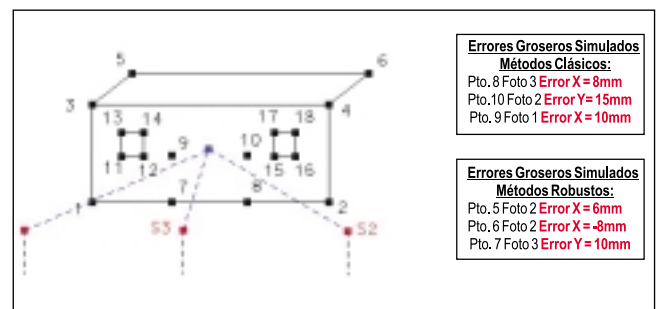
La ventana de las figuras de error nos permite visualizar de forma interactiva la precisión de la posición de cada uno de los puntos que constituyen la red, constituyendo una forma muy intuitiva y didáctica de ver la distribución de los errores en una red fotogramétrica.

Debido a que se trata de una red de fotogrametría terrestre, es indispensable plantear el problema desde un punto de vista tridimensional, obteniendo los correspondientes elipsoides de error. Para ello, el siguiente formulario muestra los datos correspondientes al menor de orden 3 de la matriz cofactor, así como los datos correspondientes a la elipse de error planimétrica asociada al menor de orden 2 de la matriz cofactor.



## 6. EJEMPLOS DE SIMULACIÓN

A continuación, con el fin de comprobar y evaluar la principal aplicación del programa creado, se realizarán dos simulaciones de la fiabilidad, mediante la metodología clásica y robusta, sobre el siguiente edificio, simulando los siguientes errores groseros sobre las fotocoordenadas:



El edificio se compone de 18 puntos objeto y 3 puntos de vista con 3 cámaras fotográficas distribuidas según muestra la figura.

Finalmente se mostrarán algunos de los resultados del total de simulaciones realizadas anteriormente, en las que se han introducido una serie de errores de diferente magnitud y signo en las fotocoordenadas, con el fin de comparar la eficiencia de los Métodos Robustos frente a la metodología clásica de ajuste por MMCC.

El conjunto de datos resultantes que se presentan a continuación pertenecen a 7 puntos del fotograma número 3 (estación S3 del esquema), sobre los cuales se ha simulado un error grosero de 10 milímetros sobre la coordenada Y del punto 7.

Los resultados correspondientes a la comparación de los Métodos Clásicos (MMCC) y el Estimador Robusto Danés fueron:

Nº PTO.	MMCC		DANÉS	
	VX	VY	VX	VY
1	0,84	-0,608	0,155	0,057
2	<b>-1,806</b>	<b>1,422</b>	-0,062	0,025
3	0,143	-0,847	0,137	-0,024
4	0,003	<b>-1,295</b>	-0,038	-0,028
5	<b>-1,951</b>	-0,013	0,006	-0,053
6	<b>1,719</b>	-0,101	-0,004	0,041
7	<b>1,142</b>	<b>4,918</b>	-0,085	<b>9,947</b>

Los correspondientes a la comparación de los Métodos Clásicos (MMCC) y el Estimador Robusto de German & McClure fueron:

Nº PTO.	MMCC		GERMAN&McCLURE	
	VX	VY	VX	VY
1	0,84	-0,608	0,158	0,056
2	<b>-1,806</b>	<b>1,422</b>	-0,062	0,026
3	0,143	-0,847	0,139	-0,024
4	0,003	<b>-1,295</b>	-0,038	-0,028
5	<b>-1,951</b>	-0,013	0,003	-0,053
6	<b>1,719</b>	-0,101	-0,003	0,041
7	<b>1,142</b>	<b>4,918</b>	-0,085	<b>9,946</b>

Finalmente, los resultados de la comparación de los Métodos Clásicos (MMCC) frente a el Estimador Robusto de la Mínima Suma fueron:

Nº PTO.	MMCC		MÍNIMA SUMA	
	VX	VY	VX	VY
1	0,84	-0,608	0,326	0
2	<b>-1,806</b>	<b>1,422</b>	-0,125	0
3	0,143	-0,847	0,303	0
4	0,003	<b>-1,295</b>	0	-0,074
5	<b>-1,951</b>	-0,013	-0,001	-0,052
6	<b>1,719</b>	-0,101	0,001	0,001
7	<b>1,142</b>	<b>4,918</b>	-0,023	<b>9,883</b>

Como se puede observar en todos los resultados, los estimadores robustos actúan con una limpieza absoluta a la hora de detectar la observación errónea, mostrando un comportamiento claramente superior al ajuste clásico mínimo cuadrático.

En los ejemplos simulados, los residuos resultantes de las foto-coordenadas en los diferentes estimadores robustos son prácticamente iguales al error introducido, tanto en magnitud como en signo, sin incrementar en ningún caso el resto de los residuos. En cambio, el ajuste clásico introduce una gran cantidad de "ruido" en el resto de los puntos, repartiendo el error simulado entre las diferentes coordenadas.

Teniendo en cuenta que la geometría del ejemplo es regular, no tendríamos problemas a la hora de aplicar tanto el Test de Baarda como el Test de Pope. Pero si el usuario trabajase con una geometría bastante irregular podría tener serios problemas para detectar las observaciones erróneas y poder realizar correctamente el ajuste.

## 7. CONCLUSIONES

Tras el análisis de las aplicaciones implementadas en el simulador y las pruebas realizadas, se pueden extraer finalmente las conclusiones sobre la consecución o no de los objetivos fijados inicialmente, así como las limitaciones que presenta la aplicación programada.

En primer lugar, con respecto a los objetivos fijados, debemos decir que se han alcanzado satisfactoriamente, ya que estamos en condiciones de afirmar que se ha conseguido, por una parte, dotar al programa de la posibilidad de calcular la fiabilidad de las redes que sean proyectadas en el propio simulador, y por otra que la aplicación ofrezca la componente didáctica necesaria para el aprendizaje del diseño de redes de fotogrametría terrestre.

Por lo tanto, los Estimadores Robustos se han revelado como una alternativa eficaz y rápida a los métodos tradicionales en el ajuste de redes de fotogrametría terrestre para la detección de errores groseros en las observaciones.

Finalmente, se puede decir que tanto los procedimientos clásicos como los robustos deberían aplicarse de forma combinada en función del problema a tratar, considerándolos por lo tanto como métodos complementarios y en absoluto excluyentes. Es decir, se podrían aplicar los estimadores robustos para detectar inicialmente los errores groseros y una vez detectados aplicar los procedimientos clásicos, eliminando las observaciones correspondientes.

También deberemos aplicar una metodología u otra dependiendo de la geometría del edificio y de la red fotogramétrica. Si la geometría de la fachada es deficiente, sería conveniente aplicar tan sólo los métodos robustos, mientras que si tuviéramos un edificio con una geometría regular, lo normal sería aplicar la metodología clásica y quizás contrastarla con la estimación robusta.

## 8. REFERENCIAS

- Amer, F. "Theoretical Reliability Studies for Some Elementary Photogrametric Procedures, Proceedings of the Aerial Triangulation Symposium". Department of Surveying, University of Queensland, Brisbane, Australia (1979).
- Domingo Preciado, Ana. "Métodos Alternativos de Ajuste para Observaciones Fotogramétricas". Topografía y Cartografía, Vol. XVII nº 100 septiembre-octubre 2000.
- Domingo Preciado, Ana. "Aplicación de las Técnicas de Estimación Robusta en algunos problemas fotogramétricos: (I) Detección de Errores en el proceso de Orientación Relativa Analítica (II) Detección de Errores en el proceso de Orientación Absoluta Numérica (III) Detección de Errores en el proceso de Formación de la Banda mediante el Método de los Modelos Independientes". Topografía y Cartografía, Vol. XVIII nº 103, 104 y 105, marzo-abril, mayo-junio, julio-agosto 2001.
- Kraus, K. "Advanced Methods and Applications" Vol. 2. "Fundamentals and Estándar Processes" Vol 1. Institute for Photogrammetry Vienna University of Technology. Ferd. Dummler Verlag. Bonn 1993.
- Moffit, F.H., Mikhail E.M. "Photogrametry". Harper & Row, Publishers, New York. 1980. 3ª edición. ■

# Compensación de una Poligonal por Mínimos Cuadrados: Ecuaciones de Observación

Juan Pedro Carpio Hernández

DEPARTAMENTO DE ING. CARTOGRAFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRIA

UNIVERSIDAD DE JAÉN

## 1. INTRODUCCIÓN

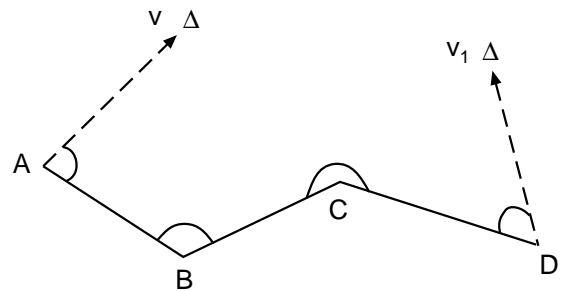
Aunque no es muy frecuente el ajuste de poligonales utilizando el método de mínimos cuadrados (mm.cc.), los actuales pliegos de condiciones de los proyectos cada vez son más exigentes a la hora de determinar las precisiones y compensaciones de las coordenadas obtenidas.

Por este motivo, el presente artículo aborda, mediante un ejercicio y de la manera más clara y práctica posible, la compensación por mm.cc. de un itinerario.

El itinerario elegido para su compensación es corto, ya que uno más largo no mejoraría la didáctica del ajuste y, por el contrario, alargaría innecesariamente este artículo.

La compensación por mm.cc. puede realizarse utilizando dos métodos distintos: Ecuaciones de Condición o Ecuaciones de Observación-Variación de Coordenadas. Este último se utiliza con mayor frecuencia para el tipo de observación que nos ocupa, debido a su mayor sencillez de aplicación, y será el empleado en este caso.

La poligonal es abierta y encuadrada, es decir, son conocidas las coordenadas de los puntos inicial y final, pero, en cualquier caso, la misma metodología se puede emplear para cualquier otro tipo de poligonal.



## 2. OBSERVACIÓN DE LA POLIGONAL

La observación se llevó a cabo con un teodolito de apreciación angular  $1^c$  y con un distanciómetro acoplado con una precisión estimada de 3 mm + 3 ppm.

Se utilizó Regla de Bessel para eliminar errores accidentales y centrado forzoso en el estacionamiento de aparato y prisma, con objeto de minimizar el error de dirección.

Las observaciones realizadas en campo fueron:

Estac.	Punto	Lect. Horiz.	Dist. Red.
A	V	93 <sup>g</sup> ,8410	
	B	180 <sup>g</sup> ,6241	720,829 m
B	A	322 <sup>g</sup> ,6477	720,833 m
	C	12 <sup>g</sup> ,6922	880,412 m
C	B	27 <sup>g</sup> ,9963	880,410 m
	D	250 ,6963	940,225 m
D	C	140 <sup>g</sup> ,6788	940,227 m
	V'	204 <sup>g</sup> ,0146	

Los acimutes y coordenadas conocidas son:

$$A_{COORD.} \begin{cases} x = 20,296m \\ y = 800,910m \end{cases} \quad D_{COORD.} \begin{cases} x = 1893,03m \\ y = 1504,670m \end{cases}$$

$$\theta_A^V = 63^{\circ},8412 \quad \theta_A^{V'} = 326^{\circ},7062m$$

### 3. PLANTEAMIENTO DE LAS ECUACIONES

Antes de proceder al planteamiento de las ecuaciones, es necesario, en primer lugar, calcular las coordenadas de la poligonal, que se utilizarán como aproximadas.

De esta forma, las coordenadas aproximadas de **B** y **C**, calculadas a partir de las observaciones de campo, son:

$$B_{COORD.} \begin{cases} x = 525,374m \\ y = 286,232m \end{cases} \quad C_{COORD.} \begin{cases} x = 1050,320m \\ y = 993,023m \end{cases}$$

Puesto que en la observación y cálculo de una poligonal interviene la observación de ángulos y distancias, para el ajuste de ésta es necesario emplear dos tipos distintos de ecuaciones de observación-variación de coordenadas; una para observaciones angulares y otra para distancias. Las ecuaciones generales en ambos casos son:

$$v_{jik}^{\alpha} = \left[ \frac{y_i - y_j}{(D_{i,j}^{Cal.})^2} \cdot dx_j - \frac{x_i - x_j}{(D_{i,j}^{Cal.})^2} \cdot dy_j - \left( \frac{y_k - y_i}{(D_{i,k}^{Cal.})^2} + \frac{y_i - y_j}{(D_{i,j}^{Cal.})^2} \right) \cdot dx_i + \left( \frac{x_k - x_i}{(D_{i,k}^{Cal.})^2} + \frac{x_i - x_j}{(D_{i,j}^{Cal.})^2} \right) \cdot dy_i + \frac{y_k - y_i}{(D_{i,k}^{Cal.})^2} \cdot dx_k - \frac{x_k - x_i}{(D_{i,k}^{Cal.})^2} \cdot dy_k \right] + \frac{A\hat{n}g_{ijk}^{Cal} - A\hat{n}g_{ijk}^{Obs}}{636620}$$

$$v_{ji} = \frac{1}{D_{ji}^{Cal.}} \cdot [(x_j - x_i) \cdot dx_j + (y_j - y_i) \cdot dy_j - (x_j - x_i) \cdot dx_i - (y_j - y_i) \cdot dy_i] + D_{ji}^{Cal.} - D_{ji}^{Obs}$$

Estas ecuaciones generales se aplicarán a cada tramo, realizándose las oportunas sustituciones y simplificaciones, en los casos en que las coordenadas del punto desde el que se observa, o el observado, sean conocidas y no aproximadas, como es el caso de los puntos **B** y **C**.

Con las coordenadas aproximadas de los puntos **B** y **C** y las de los conocidos **A** y **D**, se calculan unos acimutes y distancias calculados.

Tramos	Acimut Calc.	Distancia Calc.
A-B	150 <sup>g</sup> ,6243	720,831 m
B-C	40 <sup>g</sup> ,6688	880,411 m
C-D	63 <sup>g</sup> ,3645	940,132 m

Por diferencia entre estos acimutes calculados se obtienen los ángulos calculados de la poligonal, que serán comparados con los ángulos observados, obtenidos directamente en campo.

Ángulos en	Áng. Calculado	Áng. Observado	Diferencia
A	86 <sup>g</sup> ,7831	86 <sup>g</sup> ,7831	0
B	90 <sup>g</sup> ,0445	90 <sup>g</sup> ,0445	0
C	222 <sup>g</sup> ,6957	222 <sup>g</sup> ,7000	- 43 <sup>cc</sup>
D	63 <sup>g</sup> ,3417	63 <sup>g</sup> ,3358	+ 59 <sup>cc</sup>

Sustituyendo en la ecuación general de observación para ángulos estos datos y operando, se obtienen las siguientes ecuaciones:

### 3.1. Ecuaciones angulares

#### Ecuación en A

Siendo:  $j = V$  ;  $i = A$  ;  $k = B$

Y como las coordenadas de  $A$  y  $V$  son conocidas, sus  $dx = dy = 0$ , con lo que la ecuación general queda simplificada, tomando la siguiente forma una vez realizadas las sustituciones.

$$V_A = \left[ \frac{y_B - y_A}{(D_{AB}^{Cal.})^2} \cdot dx_B - \frac{x_B - x_A}{(D_{AB}^{Cal.})^2} \cdot dy_B \right] + \frac{A\hat{n}g_A^{Cal.} - A\hat{n}g_A^{Obs}}{636620}$$

Sustituyendo y operando, se llega finalmente a la expresión:  $V_A = -0,000990 \cdot dx_B - 0,000971 \cdot dy_B$

#### Ecuación en B

En este caso  $j = A$  ;  $i = B$  ;  $k = C$  y es conocido el punto  $A$

La ecuación simplificada resulta en este caso

$$v_B = \left[ -\left( \frac{y_C - y_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} + \frac{y_B - y_A}{(D_{AB}^{Cal.})^2} \right) \cdot dx_B + \left( \frac{x_C - x_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} + \frac{x_B - x_A}{(D_{AB}^{Cal.})^2} \right) \cdot dy_B + \left( \frac{y_C - y_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \right) \cdot dx_C - \frac{x_C - x_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \cdot dy_C \right] + \frac{A\hat{n}g_B^{Cal.} - A\hat{n}g_B^{Obs}}{636620}$$

Sustituyendo y operando, se llega finalmente a la expresión:

$$V_B = 0,000078 \cdot dx_B + 0,001648 \cdot dy_B + 0,000912 \cdot dx_C - 0,000677 \cdot dy_C$$

#### Ecuación en C

Sustituyendo  $j = B$  ;  $i = C$  ;  $k = D$  y conocidas las coordenadas del punto  $D$ , la expresión resulta:

$$v_C = \left[ \frac{y_C - y_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \cdot dx_B - \frac{x_C - x_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \cdot dy_B - \left( \frac{y_D - y_C}{(D_{CD}^{Cal.})^2} + \frac{y_C - y_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \right) \cdot dx_C + \left( \frac{x_D - x_C}{(D_{CD}^{Cal.})^2} + \frac{x_C - x_B}{(D_{BC}^{Cal.})^2} \right) \cdot dy_C \right] + \frac{A\hat{n}g_C^{Cal.} - A\hat{n}g_C^{Obs}}{636620}$$

Sustituyendo y operando, se llega a la expresión:

$$V_C = 0,000912 \cdot dx_B - 0,000677 \cdot dy_B + 0,001491 \cdot dx_C + 0,001569 \cdot dy_C - 43^{cc} / 636620$$

#### Estación en D

En este caso  $j = C$  ;  $i = D$  ;  $k = V$ . En este tramo son conocidas las coordenadas de los puntos  $V$  y  $D$ .

$$V_D = \left[ \frac{y_D - y_C}{(D_{CD}^{Cal.})^2} \cdot dx_C - \frac{x_D - x_C}{(D_{CD}^{Cal.})^2} \cdot dy_C \right] + \frac{A\hat{n}g_D^{Cal.} - A\hat{n}g_D^{Obs}}{636620}$$

Sustituyendo y operando, la expresión resulta:  $V_D = 0,000579 \cdot dx_C - 0,000892 \cdot dy_C + 59^{cc} / 636620$

### 3.2. Ecuaciones para distancias

Las tres ecuaciones restantes del sistema son ecuaciones para distancias. El cuadro de distancias calculadas y observadas ya conocidas es el siguiente:

Tramo	Dist. Calculada	Dist. Observada	Diferencia
AB	720,831 m.	720,831 m.	0
BC	880,411 m.	880,411 m.	0
CD	940,132 m.	940,226 m.	-0,094 m.

Con estos datos y las coordenadas aproximadas y conocidas ya empleadas en las ecuaciones angulares, se obtienen las siguientes ecuaciones:

#### Ecuación distancia A-B

Como las coordenadas del punto **A** son conocidas,  $dx = dy = 0$ , de este modo la ecuación general para distancias queda simplificada, realizando las sustituciones  $j = A$  ;  $i = B$  :

$$V_{AB} = \frac{1}{D_{AB}^{Cal.}} \cdot [-(x_A - x_B) \cdot dx_B - (y_A - y_B) \cdot dy_B] + D_{AB}^{Cal} - D_{AB}^{Obs}$$

Sustituyendo y operando:  $V_{AB} = 0,700139 \cdot dx_B - 0,714007 \cdot dy_B$

#### Ecuación distancia B-C

En esta ocasión las coordenadas de los dos puntos son aproximadas, por lo tanto la ecuación no se simplifica, sustituyendo  $j = B$  ;  $i = C$ :

$$v_{BC} = \frac{1}{D_{BC}^{Cal.}} \cdot [(x_B - x_C) \cdot dx_B + (y_B - y_C) \cdot dy_B - (x_B - x_C) \cdot dx_C - (y_B - y_C) \cdot dy_C] + D_{BC}^{Cal} - D_{BC}^{Obs}$$

Sustituyendo y operando:  $v_{AB} = -0,596252 \cdot dx_B - 0,802797 \cdot dy_B + 0,596252 \cdot dx_C + 0,802797 \cdot dy_C$

#### Ecuación distancia C-D

Las coordenadas del punto **D** son conocidas, luego la ecuación general puede simplificarse, sustituyendo  $j = C$  ;  $i = D$  la ecuación queda del siguiente modo:

$$V_{CD} = \frac{1}{D_{CD}^{Cal.}} \cdot [(x_C - x_D) \cdot dx_C + (y_C - y_D) \cdot dy_C] + D_{CD}^{Cal} - D_{CD}^{Obs}$$

Sustituyendo y operando:  $v_{CD} = -0,838937 \cdot dx_C - 0,544229 \cdot dy_C - 0,094m$

### 4. LA MATRIZ DE PESOS

Siendo los pesos la inversa del error al cuadrado, se procede, en primer lugar, al cálculo del error máximo estimado, tanto en la observación angular como en la de distancia.

Para el primero de ellos, y en función del aparato utilizado (errores accidentales) y la observación realizada (Regla de Bessel y centrado forzoso), el error es de cinco segundos,  $e_a = 5^{cc}$ , por lo tanto el peso:

$$e_a = \frac{5}{636620} = 7,8 \cdot 10^{-6} \quad P_a = \frac{1}{(e_a)^2} = \frac{1}{(7,8 \cdot 10^{-6})^2} = 1,6 \cdot 10^{10}$$

El error estimado en la medida de la distancia (de un tramo medio de la poligonal) con el distanciómetro utilizado, es de cinco milímetros,  $e_d = 0,005m$ , el peso en este caso valdrá:

$$P_d = \frac{1}{(e_d)^2} = \frac{1}{(0,005)^2} = 40000$$

La matriz de pesos es una matriz simétrica, cuya diagonal son los pesos previamente calculados y el resto de sus términos son cero.

$1,6 \cdot 10^{10}$	0	0	0	0	0	0
	$1,6 \cdot 10^{10}$	0	0	0	0	0
		$1,6 \cdot 10^{10}$	0	0	0	0
			$1,6 \cdot 10^{10}$	0	0	0
				40000	0	0
					40000	0
						40000

## 5. RESOLUCIÓN DEL SISTEMA DE ECUACIONES

Una vez ordenado el sistema de ecuaciones, formado por siete ecuaciones y cuatro incógnitas, se aplica el modelo de resolución por mm.cc. para Ecuaciones de Observación:  $v = Ax - t$

Resuelto matricialmente a partir de la expresión:  $x = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot (A^T \cdot P \cdot t)$

Donde **A** es la matriz de coeficientes (7 x 4), **P** la matriz de pesos (7 x 7), **t** la matriz de términos independientes (7 x 1) y **V** la matriz de residuos (7 x 1)

$$\begin{array}{rcl}
 V_A & = & -0,000990 \cdot dx_B \quad 0,000971 \cdot dy_B \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
 V_B & = & 0,000078 \cdot dx_B \quad +0,001648 \cdot dy_B \quad +0,000912 \cdot dx_C \quad -0,000677 \cdot dy_C \quad 0 \\
 V_C & = & 0,000912 \cdot dx_B \quad -0,000677 \cdot dy_B \quad -0,001491 \cdot dx_C \quad +0,001569 \cdot dy_C \quad -43^{cc} / 636620 \\
 V_D & = & 0 \quad 0 \quad +0,000579 \cdot dx_C \quad -0,000892 \cdot dy_C \quad +59^{cc} / 636620 \\
 V_{AB} & = & 0,700139 \cdot dx_B \quad -0,714007 \cdot dy_B \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
 V_{BC} & = & -0,596252 \cdot dx_B \quad -0,802797 \cdot dy_B \quad +0,596252 \cdot dx_C \quad +0,802797 \cdot dy_C \quad 0 \\
 V_{CD} & = & 0 \quad 0 \quad +0,838937 \cdot dx_C \quad -0,544229 \cdot dy_C \quad +0,094
 \end{array}$$

A
t

Aplicando el modelo de resolución:  $x = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot (A^T \cdot P \cdot t)$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{array}{ll}
 dx_B = -0,023m & dx_C = -0,068m \\
 dy_B = +0,010m & dy_C = +0,0040m
 \end{array}$$

Que aplicados a las coordenadas aproximadas compensan éstas. De este modo, las coordenadas finales ajustadas son:

$$\begin{array}{ll}
 x_B = 525,374 - 0,023 = 252,351m & x_C = 1050,320 - 0,068 = \\
 y_B = 286,232 + 0,010 = 286,222m & y_C = 993023 + 0,004 = 9
 \end{array}$$

## 6. PRECISIÓN ESTIMADA EN EL AJUSTE

Si se desea obtener una estimación de la precisión de la compensación realizada (error medio cuadrático o desviación estándar), en primer lugar se calculará la matriz de residuos  $V$  ( $7 \times 1$ ), que se obtiene sustituyendo en las ecuaciones antes planteadas los valores calculados:

$$dx_B = -0,023m \quad dy_B = +0,010m \quad dx_C = -0,068m \quad dy_C = +0,004m$$

Con esta matriz de residuos así calculada, se obtiene la varianza *a priori* de la medición de peso unidad al cuadrado:

$$\sigma_0^2 = \frac{V^T \cdot P \cdot V}{c - n} = \frac{208,324464}{3} = 69,441488$$

Siendo  $c$  el número de ecuaciones y  $n$  el número de incógnitas

La matriz simétrica de varianza *a priori*  $\sigma_0^2$  toma la siguiente forma:

69,441488	0	0	0
	69,441488	0	0
		69,441488	0
			69,441488

Por otro lado la matriz simétrica cofactor  $N^{-1}$  ya obtenida es:  $N^{-1} = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}$

0,000021	-0,000003	0,000008	-0,000001
	0,000014	-0,000003	0,000008
		0,000014	0,000001
			0,000016

Multiplicando estas dos matrices,  $\sigma_0^2$  y  $N^{-1}$ , se obtiene la matriz varianza-covarianza  $\sum_{xx} = \sigma_0^2 \cdot N^{-1}$

<b>0,001458</b>	-0,000208	0,000555	-0,000069
	<b>0,000972</b>	-0,000208	0,000555
		<b>0,000972</b>	0,000069
			<b>0,001111</b>

Con las varianzas *a posteriori*, que ocupan la diagonal de la matriz, se obtienen las precisiones buscadas:

$$X_{Emc}^B = \sqrt{0,001458} = 0,038m \quad X_{Emc}^C = \sqrt{0,000972} = 0,031m$$

$$Y_{Emc}^B = \sqrt{0,000972} = 0,031m \quad Y_{Emc}^C = \sqrt{0,001111} = 0,033m$$

Con estos resultados se puede confeccionar el siguiente cuadro:

Punto	Coord. (X) Aproximada	Coord. (Y) Aproximada	Comp (dx)	Comp (dy)	Coord. (X) Compensada	Coord. (Y) Compensada	Error m.c	Error m.c.
B	525,374	286,232	- 0,023	+ 0.010	525,351	286,222	0,038	0,031
C	1050,320	993,023	- 0,068	+ 0.004	1050,252	993,027	0,031	0,033

### 6.1. Elipses de error

Por ultimo, se podría efectuar una estimación de la precisión del ajuste, calculando la elipse de error en cada uno de los puntos compensados, en este caso **B** y **C**.

Para calcular los valores de los semiejes mayor (**a**) y menor (**b**) de dicha elipse, se utilizan los valores de las varianzas y covarianzas contenidos en la matriz varianza-covarianza, anteriormente calculada.

Las siguientes expresiones permiten calcular los semiejes de las elipses de error y la orientación de la elipse.

$$a^2 = \frac{1}{2} \cdot \left[ \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4 \cdot \sigma_{xy}^2} \right]$$

$$b^2 = \frac{1}{2} \cdot \left[ \sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4 \cdot \sigma_{xy}^2} \right]$$

La orientación de la elipse viene dada por el acimut del semieje mayor, mediante la expresión:  $tg2\theta = \frac{2\sigma_{xy}}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}$

Siendo las covarianzas respectivas de **B** y **C**  $\sigma_{xy}^2 = -0,000208$  y  $\sigma_{xy}^2 = -0,00069$  y sustituyendo términos, se obtienen los siguientes resultados:

Punto	Semieje (a)	Semieje (b)	Angulo $\theta$
B	0,00127 m	0,00105 m	49 <sup>º</sup> ,9096
C	0,00014 m	0,00104 m	49 <sup>º</sup> ,9332

Las elipses de error proporcionan una idea de la precisión de la poligonal, pero ésta depende, además de la precisión de la observación, de otros factores, tales como la configuración de la poligonal y el sistema de referencia elegido, en este caso los puntos fijos **A** y **D**. ■



# Legislación: El Proceso Monitorio en la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil

José Antonio Tomé García  
PROFESOR TITULAR DE DERECHO PROCESAL  
UCM

*Este artículo es un fragmento del publicado con el mismo título por la revista OTROSÍ, editada por el Colegio de Abogados de Madrid, en su suplemento del mes de noviembre de 2001 sobre la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil, y dado su interés lo reproducimos por cortesía de la mencionada publicación.*

## I. INTRODUCCION

El proceso monitorio es un proceso especial, que regula la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil en los artículos 812 a 818, con el que se pretende el pago de una deuda dineraria, vencida y exigible, cuando la cuantía de la misma no exceda de 5.000.000 de pesetas. En síntesis, tal y como señala la Exposición de Motivos de la citada Ley (XIX), dicho proceso se inicia con una simple solicitud, para la que podrán emplearse impresos o formularios, y para cuya redacción y presentación no es necesaria la intervención de abogado y procurador, junto con la cual se han de aportar *"documentos de los que resulte una base de buena apariencia jurídica de la deuda"*. Si así sucede o así lo considera el tribunal, *"quien aparezca como deudor es inmediatamente colocado ante la opción de pagar o 'dar razones', de suerte que si el deudor no comparece o no se opone, está suficientemente justificado despachar ejecución"*, según lo dispuesto para las sentencias judiciales, y *"se cierra el paso a un proceso ordinario en que se reclame la misma deuda o la devolución de lo que pudiera obtenerse en la ejecución derivada del monitorio"*. *"En cambio, si se 'dan razones', es decir; si el deudor se opone, su discrepancia con el acreedor se sustancia por los cauces procesales del juicio que corresponda según la cuantía de la deuda reclamada"* y *"este juicio es entendido como proceso ordinario y plenario y encaminado, por tanto, a finalizar; en principio, mediante sentencia con fuerza de cosa juzgada"*.

## II. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO MONITORIO

Las características del proceso monitorio regulado por nuestro legislador serían, por tanto, las siguientes:

1. Se trata de un proceso monitorio de tipo documental, similar al existente en Francia e Italia, y a diferencia del monitorio puro vi-

gente hoy día en Alemania y Austria, puesto que para poder acudir a este proceso no basta, como sucede en los países citados últimamente, con la simple afirmación de la deuda por parte del acreedor, sino que se exige la presentación de un documento que constituya un principio de prueba del derecho del acreedor<sup>1</sup>.

2. El deudor, requerido de pago, puede oponerse alegando cualesquiera "razones"<sup>2</sup>, es decir, al igual que sucede en los países en los que se ha implantado un proceso monitorio puro, los motivos de oposición que puede invocar el deudor no están limitados. Por ello, aunque inicialmente hemos calificado al proceso monitorio de nuestra LECiv como proceso monitorio de tipo documental, también podríamos afirmar su naturaleza mixta si tenemos en cuenta el criterio de la posible amplitud de la oposición del deudor.
3. Objetivo del proceso monitorio es la rápida creación de un título ejecutivo: el requerimiento o mandato de pago se convierte en título ejecutivo en caso de que el deudor no se oponga.
4. El proceso monitorio es, en nuestra opinión, un proceso declarativo especial. Debemos advertir; no obstante, que, sin duda alguna, determinar la naturaleza que tiene el proceso monitorio que regula nuestra ley va a ser una cuestión muy discutida en nuestra doctrina. Sin embargo, nosotros nos inclinamos ya por afirmar su naturaleza declarativa fundamentalmente por dos razones: a) En el monitorio se pretende la creación de un título que, previamente, exige de una cognición por parte del tribunal, puesto que, como ya hemos señalado, debe analizar, además de requisitos formales, si el documento (o documentos) que se acompaña a la solicitud constituye un principio de prueba del derecho del solicitante<sup>3</sup>. b) El título ejecutivo creado (el auto que dicta el juez, cuando el deudor requerido no

comparece, despachando ejecución por la cantidad adeudada –art. 816.1º LECiv–) produce efectos de cosa juzgada material. No lo dice expresamente nuestro legislador, pero así debe entenderse si tenemos en cuenta, por un lado, que es característica común del proceso monitorio en los países antes citados la de que el título ejecutivo creado produce efectos de cosa juzgada y, por otro, que como expresamente señala el número 2 del artículo 816, “despachada ejecución, proseguirá ésta conforme a lo dispuesto para la de sentencias judiciales, pudiendo formularse la oposición prevista en estos casos, pero el solicitante del proceso monitorio y el deudor ejecutado no podrán pretender ulteriormente en proceso ordinario la cantidad reclamada en el monitorio o la devolución de la que con la ejecución se obtuviere”.

5. El proceso monitorio constituirá, posiblemente, la novedad de mayor trascendencia práctica que ha introducido la nueva LECiv en cuanto instrumento procesal específicamente previsto para el cobro de determinados créditos dinerarios. Así, señala la Exposición de Motivos de la citada norma que “la Ley confía en que, por los cauces de este procedimiento, eficaces en varios países, tenga protección rápida y eficaz el crédito dinerario líquido de muchos justiciables y, en especial, de profesionales y empresarios medianos y pequeños”. En este sentido son significativas las estadísticas que ofrecen países de nuestro entorno en los que el monitorio lleva años utilizándose: “más de un millón de mandatos de pago dictados en Francia en el año 1988; 857.038 en Austria en el año 1994... 7,4 millones en la República Federal de Alemania en el año 1993”<sup>4</sup>. Si a ello le añadimos que, tal y como recoge el Libro Blanco de la Justicia, en España, en el año 1996, “un 38,6% de los casos que se ven ante los Tribunales se resuelve en rebeldía del demandado”, parece razonable pensar que serán muchos los procesos monitorios que se tramitarán en España sin oposición del deudor y, por tanto, consiguiendo su objetivo, es decir la rápida creación de un título ejecutivo con fuerza de cosa juzgada. Todo ello se producirá, por supuesto, si no se incrementan las oposiciones infundadas o temerarias por parte de los deudores, y, con dicha finalidad, pudiera ser interesante que los tribunales apliquen, efectivamente, lo dispuesto en el art. 247 LECiv, precepto que prevé la imposición de multas para la parte que haya actuado conculcando las reglas de la buena fe procesal.

### III. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El monitorio es, conforme a lo establecido en el artículo 812 LECiv, el procedimiento adecuado para pretender el pago de una deuda dineraria, vencida, exigible, de cantidad determinada que no exceda de 5.000.000 de pesetas, cuando la deuda de esa cantidad se acredite mediante la presentación de alguno de los documentos que el citado precepto menciona.

En consecuencia, los requisitos que han de concurrir para poder acudir a este proceso especial son los siguientes:

- a) Pretender el pago de una deuda dineraria, vencida, exigible, de cantidad determinada<sup>5</sup>.
- b) Que la cuantía de la deuda no exceda de 5.000.000 de pesetas.

En Alemania, Italia y Francia no existe un límite máximo por encima del cual no sea posible acudir al proceso monitorio<sup>6</sup>. Por otra parte, existe una directiva comunitaria que recomienda que el proceso monitorio se aplique con independencia del importe de la deuda<sup>7</sup>. Sin embargo, a pesar de dichos datos, razones de prudencia<sup>8</sup> ante la implantación de este nuevo proceso han llevado al legislador a establecer este límite de 5.000.000, sin perjuicio de que en un futuro, si el proceso monitorio tuviera éxito, pudiéramos plantearnos que, a semejanza de los citados países, no se fije límite máximo para poder acudir al mismo.

Cuando la cuantía de la deuda excediere de 5.000.000 se podría plantear la posibilidad de promover varios procesos monitorios por cuantía inferior. Sin embargo, es evidente que ello sería contrario a la ley. Por eso, entendemos que, en estos casos, es decir, reclamación parcial de una deuda cuya cuantía excede de 5.000.000, no debería admitirse la petición inicial del monitorio, salvo que expresamente se renuncie a reclamar el exceso<sup>9</sup>.

- c) Que se presente algún documento que sirva para acreditar los anteriores requisitos. A estos efectos, el apartado primero del artículo 812 LECiv. menciona los siguientes:
  1. Documentos, cualquiera que sea su forma y clase o el soporte físico en que se encuentren, que aparezcan firmados por el deudor o con su sello, impronta o marca o con cualquier otra señal, física o electrónica, proveniente del deudor.
  2. Facturas, albaranes de entrega, certificaciones, telegramas, telefax o cualesquiera otros documentos que, aun unilateralmente creados por el acreedor, sean de los que habitualmente documentan los créditos y deudas en relaciones de la clase que aparezca existente entre acreedor y deudor.

El apartado segundo del artículo 812 añade que “sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado anterior y cuando se trate de deudas que reúnan los requisitos establecidos en dicho apartado, podrá también acudirse al proceso monitorio, para el pago de tales deudas, en los casos siguientes:

1. Cuando, junto al documento en que conste la deuda, se aporten documentos comerciales que acrediten una relación anterior duradera.
2. Cuando la deuda se acredite mediante certificaciones de impago de cantidades debidas en concepto de gastos comunes de Comunidades de propietarios de inmuebles urbanos”.

Como vemos, el artículo 812 recoge con bastante amplitud los documentos que pueden servir para acudir al monitorio. Se trata de documentos que constituyan un principio de prueba del derecho del acreedor.

dor o, como señala la Exposición de Motivos de la LBCiv, "*documentos de los que resulte una base de buena apariencia jurídica de la deuda*".

En cuanto a la forma de presentar estos documentos, habrá que entender que, como normalmente se tratará de documentos privados, se debe presentar el original o una copia autenticada por fedatario público competente, tal y como dispone con carácter general el artículo 268.1º LECiv. Si no se dispusiera de original ni de copia fehaciente, y lo único que se posee es una copia simple del documento privado, también se podría presentar tal y como establece el apartado segundo del mencionado precepto, aunque, como es obvio, el riesgo de que en este caso el deudor se oponga posteriormente es elevado.

Por lo demás, no vemos obstáculo alguno a la posibilidad de que, antes de promover el proceso monitorio, se prepare dicho proceso mediante la solicitud de alguna diligencia preliminar (arts. 256 y ss. LECiv) y, entre ellas, aquellas que pueden dar lugar a la obtención de documentos que luego pueden acompañar la petición inicial del proceso monitorio.

También debemos resaltar la idea de que el proceso monitorio es perfectamente utilizable para la reclamación de deudas sobre la base de documentos electrónicos. El legislador, consciente de la cantidad de operaciones de "comercio electrónico" que ya se llevan a cabo y que en un futuro muy próximo serán incalculables, se refiere expresamente, en el artículo 812.1º I, a la denominada firma "electrónica"<sup>10</sup>.

Por último, en nuestra opinión, también podríamos acudir al proceso monitorio acompañando como documento un cheque, pagaré o letra de cambio. Sin embargo, nos consta ya la existencia de diversas resoluciones de juzgados de Primera Instancia de Madrid que entienden que, en estos casos, debe acudirse necesariamente al juicio cambiario específicamente previsto para ello. Frente a este criterio nosotros entendemos que, lo mismo que el acreedor cambiario puede acudir; si lo considera oportuno, a un juicio ordinario y no al cambiario –aun concurriendo los presupuestos de este último juicio–, también debería poder promover un proceso monitorio si, por los motivos que fuera, pudiera resultarle más beneficioso para sus intereses<sup>11</sup>.

#### IV. COMPETENCIA

Según el artículo 813 LECiv; "*será exclusivamente competente para el proceso monitorio el juez de Primera Instancia del domicilio o residencia del deudor o, si no fueren conocidos, el del lugar en que el deudor pudiera ser hallado a efectos del requerimiento de pago por el tribunal*"<sup>12</sup>, sin que quepa la sumisión expresa ni tácita.

La competencia objetiva corresponde, por tanto, a los juzgados de Primera Instancia. Los juzgados de Paz no tendrían competencia para conocer del proceso monitorio ni en el caso en el que la cuantía de la deuda no sea superior a 15.000 pesetas (cfr. art. 47 LECiv).

La competencia territorial viene fijada de forma imperativa (no cabe la sumisión), estableciéndose, como fuero principal, el domicilio o la resi-

dencia del deudor; y como fuero subsidiario –si el domicilio o la residencia del deudor no fueren conocidos–, el del lugar en que el deudor pudiera ser hallado a efectos del requerimiento de pago por el tribunal. Habrá que entender que, en caso de que el domicilio o residencia del deudor fueran conocidos, la petición inicial del procedimiento monitorio no se podría presentar ante el juez del lugar en que el deudor pudiera ser localizado a efectos de requerirle de pago (cuando dicho juez fuera distinto al del domicilio o residencia del deudor). Por lo demás, el lugar en que el deudor puede ser localizado a efectos de requerirle de pago será el fijado por el artículo 161 LECiv, precepto que, como veremos más adelante (vid. art. 815.1º II), establece la forma en que se ha de notificar el requerimiento de pago.

En relación con el tema de la competencia no podemos dejar de mencionar la opinión doctrinal favorable a atribuir el procedimiento monitorio a los secretarios judiciales. En este sentido destaca Seoane Cacharrón que, en su calidad de secretario judicial, se hace eco de la propuesta formulada por la Unión Europea de Secretarios Judiciales, en su asamblea celebrada en Holanda (1987), de implantar el proceso monitorio en todos los países del ámbito del Consejo de Europa, atribuyendo el conocimiento del mismo a los secretarios (tomando como modelo al *Rechtspfleger* alemán). Seoane destaca también los congresos de Bélgica (1994) y Alicante (1995), en los que se aprobó un estatuto modelo del secretario judicial europeo, en el que se le atribuyen facultades de tramitación y decisión en la jurisdicción voluntaria, dentro de la que se alude al proceso monitorio. Todo ello se enmarca en la idea propiciada por la Unión Europea de Secretarios Judiciales (resolución de septiembre de 1985) de ampliar las funciones de los secretarios judiciales con la finalidad principal de conseguir la aceleración de los procedimientos judiciales en interés del justiciable<sup>13</sup>. Sin embargo, la propuesta indicada choca en nuestro país con un importante obstáculo: como hemos visto, en el modelo de proceso monitorio de nuestra LECiv, a diferencia de lo que sucede en el proceso monitorio alemán –en el que el *Rechtspfleger* se limita a efectuar un simple examen de admisibilidad formal de la petición, sin comprobar si la pretensión del solicitante está verdaderamente fundada, prescindiendo de cualquier tipo de examen sobre el fondo del asunto–, para emitir el mandato de pago previamente hay que valorar si los documentos que se acompañan a la petición del monitorio constituyen un principio de prueba del derecho del peticionario (vid. *infra*, art. 815 LECiv), valoración que, necesariamente, debe efectuar un juez.

#### V. PROCEDIMIENTO

##### 1. Petición inicial del procedimiento monitorio

Según el artículo 814, "*el procedimiento monitorio comenzará por petición del acreedor*", es decir; con una simple solicitud –no demanda, aunque similar en su contenido a lo que la nueva ley denomina "*demanda sucinta*" (vid. art. 437)– de contenido muy sencillo en la que sólo habrá que expresar "*la identidad del deudor (y por supuesto, del acreedor), el domici-*

lio o domicilios del acreedor y del deudor o el lugar en que residieren o pudieran ser hallados (se entiende que a efectos de ser requeridos de pago, cfr. art. 813) y el origen y cuantía de la deuda”.

Dicha solicitud o petición “podrá extenderse en impreso o formulario que facilite la expresión de los extremos a que se refiere el apartado anterior” (art. 814.1º II). Posiblemente, en un futuro, estos impresos o formularios se podrán adquirir en los estancos; mientras tanto, están a disposición de los ciudadanos en el tribunal correspondiente. Teniendo en cuenta que no es preceptiva la intervención de abogado ni de procurador para la presentación de esta petición, sería oportuno que el impreso o formulario se acompañe de unas instrucciones en las que se explique, de forma clara y sucinta, dónde hay que presentar dicha solicitud, documentos que hay que presentar y una breve referencia sobre los trámites que se producen tras la presentación de dicho impreso o formulario.

Junto con la petición, dice el artículo 814, habrá que acompañar “el documento o documentos a que se refiere el artículo 812”, es decir, los ya mencionados anteriormente.

Consecuencia de la sencillez en cuanto al contenido de la petición inicial del monitorio es que, como ya hemos apuntado, para la presentación de ésta “no será preciso valerse de Procurador y Abogado” (art. 814.2º). De esta forma el legislador español se acomoda a lo que sucede en la mayoría de los países europeos en los que funciona el monitorio (Holanda, Francia, Austria y Alemania)<sup>14</sup>.

Debe quedar claro, no obstante, que la no intervención preceptiva de abogado y procurador se refiere sólo a la presentación de la petición inicial del proceso monitorio. Si, posteriormente, el deudor es requerido de pago y decide oponerse, lo deberá hacer por medio de escrito que “deberá ir firmado por Abogado y Procurador cuando su intervención fuere necesaria por razón de la cuantía, según las reglas generales” (art. 818.1º II LECiv). Es decir; si hay oposición y la cuantía de la deuda excede de 150.000 pesetas (arts. 23.2º y 31.2º LECiv), las partes deberán comparecer por medio de procurador y ser dirigidas por abogado. Además, aunque no haya habido oposición del deudor, la ley impone la intervención preceptiva de abogado y procurador para la ejecución derivada del proceso monitorio “siempre que la cantidad por la que se despache ejecución sea superior a 150.000 pesetas” (art. 539.1º II LECiv).

Por otra parte, antes de formular la petición inicial del procedimiento o junto con dicha petición, el acreedor podría solicitar el embargo preventivo de bienes del deudor conforme a lo establecido en los artículos 727.1º y 730.1º, y 2º LECiv. No lo menciona expresamente el legislador cuando regula el proceso monitorio, pero no vemos razón alguna para negar dicha posibilidad. Por el contrario, es evidente el interés que puede tener el acreedor en pedir y obtener el embargo preventivo antes de presentar la petición inicial del monitorio (dicha petición habrá que presentarla en los 20 días siguientes a la adopción de la medida (vid. art. 730.2º II) o incluso junto a la petición. La solicitud de embargo preventivo no exigirá la intervención preceptiva de abogado y procurador<sup>15</sup>,

aunque es obvio que normalmente será un abogado el que habrá valorado la concurrencia o no de los presupuestos de dicha medida cautelar. Solicitado el embargo preventivo, el tribunal podrá acordarlo sin dar previa audiencia al deudor siempre que el “solicitante así lo pida y acredite que concurren razones de urgencia o que la audiencia previa puede comprometer el buen fin de la medida cautelar” (art. 733.2º).

## 2. Admisión de la petición

Presentada la petición inicial del procedimiento monitorio, junto con los documentos señalados, el juez tendrá que pronunciarse sobre la admisión de dicha petición y, en caso de admisión, proceder a requerir al deudor para que pague o “dé razones”. A estos efectos señala la ley lo siguiente:

*“Si los documentos aportados con la petición fueran de los previstos en el apartado segundo del artículo 812 o constituyeren, a juicio del tribunal, un principio de prueba del derecho del peticionario, confirmado por lo que se exponga en aquélla, se requerirá mediante providencia al deudor para que, en el plazo de veinte días, pague al peticionario, acreditándolo ante el tribunal, o comparezca ante éste y alegue sucintamente, en escrito de oposición, las razones por las que, a su entender; no debe, en todo o en parte, la cantidad reclamada”* (art. 815.1º I LECiv).

En cuanto a la admisión o inadmisión de la petición cabría distinguir; por tanto, los siguientes supuestos:

- Quando los documentos aportados con la petición fueran de los previstos en el apartado segundo del artículo 812, el juez, de forma casi automática, requerirá mediante providencia al deudor para que pague o comparezca y se oponga.
- Quando los documentos aportados fueran distintos de los mencionados en el apartado segundo del artículo 812, el juez, antes de efectuar el citado requerimiento al deudor, deberá enjuiciar si los mismos constituyen o no un principio de prueba del derecho del peticionario.

En caso afirmativo, debería dictar un auto en tal sentido. No obstante, como el precepto no menciona para nada la existencia de dicha resolución, el juez, directamente, sin dictar el citado auto, procede a requerir mediante providencia al deudor.

En caso contrario, también deberá dictar un auto, contra el que, conforme a lo dispuesto con carácter general, cabría interponer recurso<sup>16</sup>.

- También podría suceder que el juez dictara auto de inadmisión por motivos distintos al señalado anteriormente: no concurren los requisitos previstos en el artículo 812; defectos en la petición presentada respecto de lo exigido en el artículo 814, etcétera. En estos casos se aplicaría la solución anterior.

d) Hay que destacar también que el tribunal, antes de analizar los documentos presentados junto con la petición inicial del procedimiento, así como la concurrencia de los demás requisitos exigidos por la ley, deberá examinar de oficio no sólo su competencia objetiva sino también su competencia territorial, ya que esta última, como hemos señalado anteriormente, viene fijada en el proceso monitorio de forma imperativa.

Si el tribunal entendiera que carece de competencia territorial, previa audiencia del solicitante, lo declarará así mediante auto, remitiendo las actuaciones al tribunal que considere territorialmente competente (*vid.* art. 58 LECiv). Dicho auto será irrecurrible, tal y como señala el artículo 67.1º de la ley.

### 3. Requerimiento de pago

Si la petición ha sido admitida y se procede al requerimiento del deudor; señala la ley que *“el requerimiento se notificará en la forma prevista en el artículo 161 de esta Ley, con apercibimiento de que, de no pagar ni comparecer alegando razones de la negativa al pago, se despachará contra él ejecución según lo prevenido en el artículo siguiente”* (art. 815.1º II).

La remisión al artículo 161 LECiv (*“Comunicación por medio de entrega de copia de la resolución o de cédula”*) entendemos que puede originar dificultades en aquellos casos en los que la notificación no se haga personalmente. Si tenemos en cuenta las graves consecuencias que conlleva la incomparecencia –o tardía comparecencia– del deudor frente al requerimiento formulado, parece que hubiera sido oportuno exigir en todo caso la notificación personal. Además, en relación con este tema, hay que advertir que el legislador no ha contemplado específicamente el supuesto de que el deudor no haya tenido conocimiento efectivo del requerimiento y, sin embargo, se encuentre con la sorpresa de que se ha despachado ejecución contra él. En nuestra opinión, al deudor no le quedará otra solución que la de promover el denominado “incidente de nulidad de actuaciones”. Sin embargo, tal vez hubiera sido más correcto haber previsto un medio de impugnación similar al establecido en los artículos 501 y siguientes para la rescisión de sentencias firmes a instancias del demandado que haya permanecido constantemente en rebeldía.

Efectuado el requerimiento, el deudor tiene un plazo de 20 días para pagar (acreditándolo ante el tribunal) o, en su caso, presentar escrito de oposición (alegando sucintamente *“las razones por las que, a su entender, no debe, en todo o en parte, la cantidad reclamada”*, art. 815.1º). Si, por el contrario, no comparece (ni paga ni se opone) se despachará contra él ejecución.

### 4. Incomparecencia del deudor requerido y despacho de la ejecución

Señala el artículo 816.1º que *“si el deudor requerido no compareciere ante el tribunal, éste dictará auto en el que despachará ejecución por la cantidad adeudada”*.

El proceso monitorio es un proceso cuyo objetivo es la rápida creación de un título ejecutivo, y esto es precisamente lo que se produce en este caso, es decir; si el deudor no comparece, el juez dicta auto por el que declara ejecutivo el requerimiento de pago ante la incomparecencia del deudor y ordena el despacho de ejecución por la cantidad reclamada. Dicho auto, que será irrecurrible conforme a lo dispuesto en el artículo 551.2º LECiv, tiene, en nuestra opinión, efectos de cosa juzgada material y, como señala el artículo 816.2º, *“el solicitante del proceso monitorio y el deudor ejecutado no podrán pretender ulteriormente en proceso ordinario la cantidad reclamada en el monitorio o la devolución de la que con la ejecución se obtuviere”*.

*“Despachada ejecución, proseguirá ésta conforme a lo dispuesto para la de sentencias judiciales, pudiendo formularse la oposición prevista en estos casos”* (art. 816.2º).

Habría que entender que el tribunal, de oficio, en el mismo auto en que declara ejecutivo el requerimiento de pago, despachará ejecución. No creemos que sea necesaria la solicitud a instancia de parte. Mantenemos esta opinión no sólo porque se ajusta más al tenor literal del precepto, sino también porque la consideramos más acertada en un proceso en el que no es preceptiva la intervención de abogado y de procurador para la petición inicial del procedimiento monitorio, pero que, sin embargo, sí es necesaria dicha intervención para la ejecución derivada de estos procesos, aunque no haya habido oposición, cuando la cantidad por la que se despacha ejecución sea superior a 150.000 pesetas (art. 539.1º II). En otras palabras, no me parece coherente permitir que el acreedor pueda presentar la petición inicial del procedimiento monitorio sin la intervención de abogado ni de procurador y luego, en caso de incomparecencia del deudor; obligarle a solicitar el despacho de ejecución mediante escrito con intervención preceptiva de dichos profesionales.

Por lo demás, la ejecución no presenta ninguna especialidad respecto de la ejecución de sentencias (arts. 517 y ss. LECiv) y, al igual que sucede en ésta, el deudor-ejecutado podrá oponerse en los términos allí previstos (arts. 556 y ss. LECiv).

Finalmente, señala el artículo 816.2º II que *“desde que se dicte el auto despachando ejecución la deuda devengará el interés a que se refiere el artículo 576”*, es decir; un interés anual *“igual al del interés legal del dinero incrementado en dos puntos o el que corresponda por pacto de las partes o por disposición especial de la ley”*.

### 5. Pago del deudor

*“Si el deudor atiende el requerimiento de pago, tan pronto como lo acredite, se le hará entrega de justificante de pago y se archivarán las actuaciones”* (art. 817 LECiv).

En este caso no habría costas que pagar puesto que, como ya señalamos, para la petición inicial del monitorio no es preceptiva la intervención de abogado y procurador. No obstante, hay que recordar en este

momento que, conforme al artículo 32.5º LECiv, cuando la intervención de abogado y procurador no sea preceptiva, de la eventual condena en costas de la parte contraria a la que se hubiese servido de dichos profesionales se excluirán los derechos y honorarios devengados por los mismos, salvo que el tribunal aprecie temeridad en la conducta del condenado en costas o que *"el domicilio de la parte representada y defendida esté en lugar distinto a aquél en que se ha tramitado el juicio, operando en este último caso las limitaciones a que se refiere el apartado tercero del artículo 394"*.

## 6. Oposición del deudor

Frente al requerimiento de pago, el deudor tiene también la posibilidad de oponerse en el plazo de 20 días alegando *"las razones por las que, a su entender, no debe, en todo o en parte, la cantidad reclamada"* (art. 815.1º). La ley está pensando, como vemos, en una oposición en cuanto al fondo. No obstante, y aunque la ley no lo mencione expresamente, entendemos que el deudor también se podría oponer invocando la ausencia de presupuestos procesales respecto del acreedor; la falta de competencia del juez, etcétera. En cualquier caso, lo que sí exige la ley es que dicha oposición sea sucinta (no debe ser especialmente detallada ni justificada) y se formalice mediante la presentación de un escrito que *"deberá ir firmado por Abogado y Procurador cuando su intervención fuere necesaria por razón de la cuantía, según las reglas generales"* (art. 818.1º II), es decir; cuando la cuantía de la deuda exceda de 150.000 pesetas (art. 23.2º y 31.2º LECiv).

*"Si la oposición del deudor se fundara en la existencia de pluspetición, se actuará respecto de la cantidad reconocida como debida conforme a lo que dispone el apartado segundo del artículo 21 de la presente Ley"* (art. 818.1º II). Por tanto, el tribunal, a instancia del acreedor, podrá dictar de inmediato auto por el que se despachará ejecución por la cantidad reconocida, ejecución que proseguirá conforme a lo dispuesto en los artículos 517 y siguientes para la ejecución de sentencias y demás títulos ejecutivos. En cuanto a la cantidad no reconocida, habrá que seguir el procedimiento previsto en caso de oposición.

En cuanto al procedimiento a seguir en caso de oposición del deudor; el artículo 818.2º distingue dos supuestos:

- "Cuando la cuantía de la pretensión no excediera de la propia del juicio verbal, el tribunal procederá de inmediato a convocar la vista"*, es decir, cuando no exceda de 500.000 pesetas (art. 250.2º LECiv) el juez citará a las partes para vista conforme a lo dispuesto en los artículos 440 y siguientes para el juicio verbal.
- "Cuando el importe de la reclamación exceda de dicha cantidad, si el peticionario no interpusiera la demanda correspondiente dentro del plazo de un mes desde el traslado del escrito de oposición, se sobreseerán las actuaciones y se condenará en costas al acreedor. Si presentare la demanda, se dará traslado de ella al demandado conforme a lo previsto en los artículos 404 y siguientes de la presente Ley"*.

En consecuencia, si la cuantía de la pretensión excede de 500.000 pesetas, el peticionario o acreedor deberá presentar nueva demanda en el plazo de un mes, de la que se dará traslado al demandado conforme a lo previsto para el juicio ordinario en los artículos 404 y siguientes.

Si dicha demanda no fuere presentada se sobreseerán las actuaciones, es decir; se entiende que el acreedor desiste; dicho auto de sobreseimiento no producirá efecto de cosa juzgada y el acreedor será condenado en costas. Que el acreedor sea condenado en costas es razonable porque dicha persona ha promovido el proceso monitorio y ha obligado al deudor a oponerse, para finalmente desistir. Hay que tener en cuenta que ésta es la solución que establece la ley con carácter general cuando *"el proceso termina por desistimiento del actor; que no haya de ser consentido por el demandado"* (vid. 396.1º LECiv). Además, dado que para oponerse a la petición inicial del monitorio es preceptiva la intervención de abogado y procurador (cuando la cuantía de la deuda excede de 150.000 pesetas), las costas deberán incluir los honorarios y derechos que correspondan a estos profesionales.

Por último, si la oposición del deudor se sustancia tanto por los cauces del juicio verbal como por los trámites del ordinario, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Este juicio concluirá por medio de sentencia con efectos de cosa juzgada (art. 818.1º LECiv). Como señala la Exposición de Motivos de la LECiv, *"este juicio es entendido como proceso ordinario y plenario y encaminado, por tanto, a finalizar; en principio, mediante sentencia con fuerza de cosa juzgada"*.
- La carga de la prueba del hecho constitutivo de la pretensión del acreedor le corresponde, evidentemente, a éste. En el proceso monitorio, a diferencia de lo que sucede en el juicio ejecutivo previsto en la LECiv de 1881, no se produce una inversión de la carga de la prueba, ya que el acreedor; ahora demandante, no ha probado el hecho constitutivo de su pretensión sino que se ha limitado a presentar un principio de prueba.  
Consecuencia de lo anterior es que, antes de promover un proceso monitorio, siempre tenemos que plantearnos si tenemos prueba suficiente para acreditar nuestro derecho en caso de que el deudor decida oponerse, puesto que, en caso contrario, no sólo vas a perder el pleito sino que incluso te van a condenar en costas. En otras palabras, una cosa es que para que te admitan la petición del monitorio baste con un principio de prueba de tu derecho, y otra muy distinta es que, en caso de oposición del deudor; tengas que probar tu derecho con auténticas pruebas.
- El acreedor; en caso de oposición del deudor; podrá solicitar el embargo preventivo de los bienes del deudor conforme a las normas generales que regulan las medidas cautelares en la nueva LECiv (arts. 721 y ss.).
- Respecto de las costas originadas en este proceso, se aplicarán las reglas generales (arts. 394 y ss. LECiv), pero insistiendo en que, en caso de que la oposición del deudor haya sido totalmente infunda-

da o temeraria, en nuestra opinión, los jueces deberían, además, imponerle las multas previstas en el artículo 247 LECiv.

## NOTAS

1. La distinción entre el proceso monitorio puro y el documental la sintetiza P. Calamandrei (*El procedimiento monitorio*, Buenos Aires, 1953, págs. 33 y 38) en los siguientes términos: El proceso monitorio puro presenta básicamente dos características fundamentales: "1º, que la orden condicionada de pago se libra por el juez con base en la sola afirmación, unilateral y no probada, del acreedor; 2º, que la simple oposición no motivada del deudor hace caer en la nada la orden de pago, de manera que el juicio en contradictorio, que puede eventualmente desarrollarse en mérito del tal oposición, no se dirige a decidir si la orden de pago debe ser revocada o mantenida, si no a decidir ex novo sobre la originaria acción de condena, como si la orden de pago no hubiera sido nunca emitida". El proceso monitorio documental se distingue, en cambio, del proceso monitorio puro, en que "el mandato de pago presupone que los hechos constitutivos del crédito sean probados mediante documentos, y en que mientras en el proceso monitorio puro la orden de pago pierde toda su eficacia por la simple oposición no motivada del deudor, en el proceso monitorio documental la oposición del deudor no hace caer sin más el mandato de pago, pero tiene, en cambio, el efecto de abrir un juicio de cognición en contradictorio, en el cual el tribunal, valorando en sus elementos de derecho y de hecho las excepciones demandado, debe decidir si éstas son tales que demuestren la falta de fundamento del mandato de pago o si, por el contrario, éste merece, con base en las pruebas escritas ya proporcionadas por el actor, ser, sin embargo, mantenido y hecho ejecutivo".
2. Característica fundamental del proceso monitorio es que se produce la inversión de la iniciativa del contradictorio, es decir, en palabras de Calamandrei, "el juicio sobre la oportunidad de abrir el contradictorio y, por consiguiente, la iniciativa de provocarlo, se deja a la parte en cuyo interés el principio del contradictorio tiene inicialmente vigor, esto es, al demandado" (*El procedimiento monitorio*, cit., pág. 25).
3. Aunque, como veremos más adelante, si se acompañan determinados documentos (los del apartado segundo del art. 812), el juez, de forma casi automática, requerirá al deudor para que pague o comparezca y se oponga.
4. Correa Delcasso, J.P.: *El proceso monitorio en el anteproyecto de LEC*, en la obra colectiva, *Presente y futuro del proceso civil* (dirigida por Picó i Junoy), Bosch, Barcelona, 1998, pág. 396.
5. Como señala López Sánchez, "nada impide... que, en la petición inicial del proceso monitorio, el actor reclame junto a la cantidad determinada de dinero que el demandado le adeude en concepto de principal e intereses vencidos, los intereses que se devenguen durante el proceso monitorio y, eventualmente, durante la ejecución o aquel proceso a que diere lugar la oposición del deudor, aunque su cuantía definitiva no esté aún determinada" (López Sánchez, J.; *El proceso monitorio*, edit. La Ley, Madrid, 2000, pág. 85).
6. Así lo pone de manifiesto De la Oliva Santos, A.: *El proyecto de Ley de Enjuiciamiento Civil de 30 de octubre de 1998, y la protección del crédito: ejecución provisional y proceso monitorio*, revista *La Ley* núm. 4.745, Madrid, 2 marzo 1999, pág. 4.
7. Directiva 2000/35 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales. En su artículo 5 se establece que "los Estados miembros velarán porque se pueda obtener un título ejecutivo, independientemente del importe de la deuda, normalmente en un plazo de 90 días naturales... siempre que no haya habido impugnación de la deuda o cuestiones de procedimiento".
8. Señala la Exposición de Motivos de la LECiv que "la Ley no desconoce la realidad de las regulaciones de otros países, en las que este cauce singular no está limitado por razón de la cuantía". "Pero se ha considerado más prudente, al introducir este instrumento de tutela jurisdiccional en nuestro sistema procesal civil, limitar la cuantía a una cifra razonable, que permite la tramitación de reclamaciones dinerarias no excesivamente elevadas, aunque superiores al límite cuantitativo establecido para el juicio verbal".
9. *Vid.*, en este sentido, López Sánchez, J.: *El proceso monitorio*, cit., págs. 105 y 106.
10. *Vid.* Real Decreto-Ley 14/1999, de 17 de septiembre, sobre firma electrónica.
11. El juicio cambiario es similar al proceso monitorio: nos encontramos con un proceso que se inicia con la presentación de una "demanda sucinta" (a la que habrá que acompañar la letra de cambio, cheque y pagaré) ante el Juzgado de Primera Instancia del domicilio del demandado. Si el juez considera conforme, en cuanto a su corrección formal, el título cambiario, requerirá de pago al deudor. Si éste no paga ni presenta demanda de oposición, se despachará ejecución. Si, por el contrario, se opone, se sustanciará dicha oposición conforme a las normas del juicio verbal. Sin embargo, aunque lo anterior pone de manifiesto la similitud entre uno y otro proceso, existen importantes diferencias entre el monitorio y el cambiario. Así, son características específicas del cambiario, frente al monitorio, las siguientes: a) Cuando el juez requiere de pago al deudor, al mismo tiempo ordena de inmediato el embargo preventivo de sus bienes por si no atendiera al requerimiento de pago; b) están tasados los motivos en los que el deudor puede basar su impugnación; c) en el cambiario si se produce la inversión de la carga de la prueba; d) la sentencia firme que se dicta en el juicio cambiario sólo producirá efectos de cosa juzgada "respecto de las cuestiones que pudieron ser en él alegadas y discutidas, pudiéndose plantear las cuestiones restantes en el juicio correspondiente"; e) es preceptiva la intervención de abogado y procurador desde el comienzo del juicio. Posiblemente sea esta última diferencia entre uno y otro proceso lo que puede explicar el interés de algunos justiciables en preferir, en ocasiones, el monitorio al cambiario.
12. El artículo 813 contiene, no obstante, una norma específica para el caso en que la deuda se acredite mediante certificaciones de impago de cantidades debidas en concepto de gastos comunes de comunidades de propietarios de inmuebles urbanos: "en cuyo caso será también competente el tribunal del lugar donde se halle la finca, a elección del solicitante" (*cf. infra*, especialidades del proceso monitorio de la Ley de Propiedad Horizontal).
13. Seone Cacharrón, J.: *El proceso monitorio. Examen crítico de su regulación en el Borrador de Anteproyecto de la Ley de Enjuiciamiento Civil de abril de 1997 en Revista Vasca de Derecho Procesal y Arbitraje*, I, 1998, pág. 52.
14. En Italia si es preceptiva la intervención de abogado, aunque se limitan expresamente los honorarios que puede cobrar por ello. *Vid.*, sobre el proceso monitorio en Italia (*procedimiento d'ingiunzione*) Correa Delcasso, J.P.; *El proceso monitorio*, Bosch, Barcelona, 1998, págs. 97 y ss.
15. Cuando se solicita el embargo preventivo antes de formular la petición inicial del procedimiento monitorio, se podría justificar que no es preceptiva la intervención de estos profesionales porque, tanto el artículo 23.2º para el procurador, como el artículo 31.2º para el abogado, así lo establecen "cuando se soliciten medidas urgentes con anterioridad al juicio". Podríamos también defender que no es preceptiva la intervención de abogado y procurador para solicitar el embargo preventivo al tiempo que se presenta la petición inicial del monitorio, ya que para presentar esta última no es preciso valerse de abogado y procurador.
16. Gómez Amigo entiende que no se prevé recurso contra la denegación de la petición puesto que ésta puede reproducirse en otro proceso monitorio o en el declarativo ordinario que corresponda. No obstante advierte que, en nuestro ordenamiento, la regla general es la recurribilidad de las resoluciones judiciales, y la previsión para este caso del recurso de apelación permitiría que las Audiencias Provinciales estableciesen jurisprudencia sobre el alcance de la exigencia de acreditación documental de la deuda (*La introducción del proceso monitorio...*, cit., pág. 1.197). La doctrina mayoritaria considera que, al tratarse de un auto definitivo, debe entenderse que cabe apelación conforme dispone el artículo 455 LECiv (Diez-Picazo Giménez -con De la Oliva Santos-; *Derecho Procesal Civil. Ejecución forzosa. Procesos especiales*, CEURA, Madrid, 2000, pág. 486. López Sánchez, J.; *El proceso monitorio*, edit. La Ley, Madrid, 2000, pág. 197). ■

# Datos facilitados por el Observatorio Astronómico Nacional

*Agradecemos al Observatorio Astronómico su valiosa colaboración en nuestra Revista*

## CALENDARIOS

### Introducción

Un calendario es un sistema que, con propósitos civiles o religiosos, organiza largos intervalos de tiempo en periodos de tiempo menores (tales como año, mes y semana) utilizando como unidad el día, con el propósito de que cada día se exprese de manera unívoca (sin ambigüedad).

En la actualidad hay unos 40 calendarios distintos en uso y aún más han dejado de ser usados. La mayoría de ellos tienen una cierta base astronómica, por cuanto intentan dividir el año trópico (correspondiente al ciclo de las estaciones climáticas) o el mes sinódico (correspondiente al ciclo de las fases lunares) en un número entero de días. En la práctica, cada calendario se define con un conjunto de reglas establecidas por convenio con las que se trata de conseguir un sistema que no se desvie excesivamente, a medio plazo, del tipo de ajuste astronómico en que se basa; pero sin pretender un ajuste muy preciso (que no exigiría un excesivo número de reglas), pues su fin es social, no científico.

El calendario civil usado en las relaciones internacionales y en la mayoría de los países es el **calendario gregoriano** que, además, constituye la base del calendario eclesiástico de católicos y protestantes. La unidad de este calendario es el **día**, definido como 86.400 segundos de Tiempo Atómico Internacional (TAI).

Para facilitar los cambios internacionales, la Organización Internacional de Normalización (ISO) adoptó dos recomendaciones referidas a la escritura numérica de las fechas y a la numeración de las semanas:

*Escritura numérica de fechas:* Los tres elementos de la fecha se expresarán en cifras árabes y se pondrán en el orden: año, mes y día. El mes y el día se expresarán cada uno con dos cifras, pudiendo la de la izquierda ser un cero. Dada la ambigüedad que se presentó con la llegada del año 2000, se recomienda expresar el año con sus cuatro cifras. *Ejemplo:* el 28 de febrero de 2002 se escribe como 2002-02-28 o bien 20020228.

*Numeración de las semanas:* El lunes se considera como el primer día de la semana. Las semanas se numeran de 01 a 52. La primera semana del año, numerada 01, es la que contiene el primer jueves de enero. Se incluye una semana numerada 53 cuando el año considerado termina en jueves, o bien en jueves o viernes en caso de ser bisiesto.

Los **siglos**, periodos de 100 años, también son susceptibles de ser numerados en relación con un origen arbitrario. En el caso de la era cristiana, el primer siglo empezó el 1 de enero del año 1 y finalizó el 31 de diciembre del año 100; el siglo XX empezó el 1 de enero del año 1901 y acabó el 31 de diciembre del año 2000; el siglo XXI empezó el 1 de enero del año 2001 y acabará el 31 de diciembre del año 2100.

De manera análoga pueden numerarse los **milenios**, periodos de 1000 años; aunque su uso está peor definido que el de los siglos. El segundo milenio de la era cristiana se inició el 1 de enero del año 1001 y terminó el 31 de diciembre del año 2000. El día 1 de enero del 2001 se inició el tercer milenio.

### Día Juliano

Una manera conveniente de expresar el instante en que un determinado fenómeno astronómico se ha dado consiste en dar el **número de día juliano** en que tal fenómeno se dio o se dará. La facilidad de uso se debe a que es una medida del tiempo continua, que puede ser fácilmente introducida en ecuaciones; la determinación del tiempo transcurrido entre dos sucesos se obtendrá mucho más fácilmente como una resta

Día a 0 <sup>h</sup> de TU	Día juliano	Día a 0 <sup>h</sup> de TU	Día Juliano
2002 Ene 0	2452274,5	2002 Jul 0	2452455,5
2002 Feb 0	2452305,5	2002 Ago 0	2452486,5
2002 Mar 0	2452333,5	2002 Set 0	2452517,5
2002 Abr 0	2452364,5	2002 Oct 0	2452547,5
2002 May 0	2452394,5	2002 Nov 0	2452578,5
2002 Jun 0	2452425,5	2002 Dic 0	2452608,5

ENERO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)			a 0º de TU										
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.									
1	M	1	2452275,5	06	41	53,236	-03	17	7	38	12	18	17	16	59	18	45	10,7	-23	01	58
2	M	2	2452276,5	06	45	49,798	03	45	7	38	12	18	45	17	00	18	49	35,4	-22	56	58
3	J	3	2452277,5	06	49	46,357	-04	13	7	38	12	19	13	17	01	18	53	59,9	-22	51	31
4	V	4	2452278,5	06	53	42,911	-04	41	7	38	12	19	40	17	01	18	58	23,9	-22	45	37
5	S	5	2452279,5	06	57	39,464	-05	08	7	38	12	20	07	17	02	19	02	47,6	-22	39	16
6	D	6	2452280,5	07	01	36,015	-05	35	7	38	12	20	33	17	03	19	07	10,9	-22	32	27
7	L	7	2452281,5	07	05	32,567	-06	01	7	38	12	21	00	17	04	19	11	33,8	-22	25	12
8	M	8	2452282,5	07	09	29,122	-06	27	7	38	12	21	25	17	05	19	15	56,2	-22	17	31
9	M	9	2452283,5	07	13	25,680	-06	52	7	38	12	21	50	17	06	19	20	18,1	-22	09	23
10	J	10	2452284,5	07	17	22,240	-07	17	7	37	12	22	15	17	07	19	24	39,5	-22	00	49
11	V	11	2452285,5	07	21	18,803	-07	41	7	37	12	22	39	17	08	19	29	00,4	-21	49	24
12	S	12	2452286,5	07	25	15,366	-08	05	7	37	12	23	02	17	09	19	33	20,7	-21	42	24
13	D	13	2452287,5	07	29	11,930	-08	28	7	37	12	23	25	17	10	19	37	40,4	-21	32	33
14	L	14	2452288,5	07	33	08,492	-08	51	7	36	12	23	47	17	12	19	41	59,5	-21	22	18
15	M	15	2452289,5	07	37	05,052	-09	13	7	36	12	24	09	17	13	19	46	17,9	-21	11	37
16	M	16	2452290,5	07	41	01,609	-09	34	7	36	12	24	30	17	14	19	50	35,6	-21	00	03
17	J	17	2452291,5	07	44	58,163	-09	54	7	35	12	24	50	17	15	19	54	52,7	-20	49	44
18	V	18	2452292,5	07	48	54,716	-10	14	7	35	12	25	09	17	16	19	59	09,1	-20	37	11
19	S	19	2452293,5	07	52	51,264	-10	33	7	34	12	25	28	17	17	20	03	24,7	-20	24	55
20	D	20	2452294,5	07	56	47,818	-11	09	7	34	12	25	46	17	18	20	07	39,5	-20	12	16
21	L	21	2452295,5	08	00	44,369	-11	09	7	33	12	26	03	17	19	20	11	53,7	-19	59	14
22	M	22	2452296,5	08	04	40,921	-11	26	7	32	12	26	19	17	21	20	16	07,0	-19	45	50
23	M	23	2452297,5	08	08	37,475	-11	42	7	32	12	26	35	17	22	20	20	19,6	-19	32	03
24	J	24	2452298,5	08	12	34,033	-11	57	7	31	12	26	50	17	23	20	24	31,3	-19	17	58
25	V	25	2452299,5	08	16	30,585	-12	11	7	30	12	27	04	17	24	20	28	42,3	-19	03	26
26	S	26	2452300,5	08	20	27,136	-12	25	7	30	12	27	17	17	25	20	32	52,4	-18	48	36
27	D	27	2452301,5	08	24	23,720	-12	38	7	29	12	27	29	17	27	20	37	01,8	-18	33	25
28	L	28	2452302,5	08	28	20,284	-12	50	7	28	12	27	41	17	28	20	41	10,3	-18	17	54
29	M	29	2452303,5	08	32	16,846	-13	01	7	27	12	27	52	17	29	20	45	18,0	-18	02	04
30	M	30	2452304,5	08	36	13,404	-13	11	7	26	12	28	02	17	30	20	49	24,9	-17	45	54
31	J	31	2452305,5	08	40	09,958	-13	21	7	25	12	28	11	17	31	20	53	31,0	-17	29	25

FEBRERO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)			a 0º de TU										
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.									
1	V	32	2452306,5	08	44	06,509	-13	29	7	24	12	28	19	17	33	20	57	36,3	-17	12	38
2	S	33	2452307,5	08	48	03,058	-13	37	7	23	12	28	27	17	34	21	01	40,8	-16	55	32
3	D	34	2452308,5	08	51	59,607	-13	45	7	22	12	28	33	17	35	21	05	44,5	-16	38	08
4	L	35	2452309,5	08	55	56,159	-13	51	7	21	12	28	39	17	36	21	09	47,3	-16	20	27
5	M	36	2452310,5	08	59	52,714	-13	56	7	20	12	28	44	17	38	21	13	49,4	-16	02	29
6	M	37	2452311,5	09	03	49,271	-14	01	7	19	12	28	49	17	39	21	17	50,7	-15	44	14
7	J	38	2452312,5	09	07	45,831	-14	05	7	18	12	28	52	17	40	21	21	51,3	-15	25	43
8	V	39	2452313,5	09	11	42,392	-14	08	7	17	12	28	55	17	41	21	25	51,0	-15	06	56
9	S	40	2452314,5	09	15	38,953	-14	11	7	16	12	28	57	17	42	21	29	50,0	-14	47	54
10	D	41	2452315,5	09	19	35,512	-14	12	7	15	12	28	58	17	44	21	33	48,2	-14	28	37
11	L	42	2452316,5	09	23	32,070	-14	13	7	14	12	28	59	17	45	21	37	45,6	-14	09	05
12	M	43	2452317,5	09	27	28,625	-14	13	7	12	12	28	58	17	46	21	41	42,2	-13	49	19
13	M	44	2452318,5	09	31	25,178	-14	13	7	11	12	28	57	17	47	21	45	38,1	-13	29	20
14	J	45	2452319,5	09	35	21,728	-14	11	7	10	12	28	56	17	49	21	49	33,3	-13	09	07
15	V	46	2452320,5	09	39	18,277	-14	09	7	09	12	28	53	17	50	21	53	27,6	-12	48	41
16	S	47	2452321,5	09	43	14,825	-14	06	7	07	12	28	50	17	51	21	57	21,3	-12	28	03
17	D	48	2452322,5	09	47	11,373	-14	03	7	06	12	28	46	17	52	22	01	14,2	-12	07	13
18	L	49	2452323,5	09	51	07,922	-13	58	7	05	12	28	41	17	53	22	05	06,4	-11	46	11
19	M	50	2452324,5	09	55	04,473	-13	53	7	03	12	28	36	17	54	22	08	57,9	-11	24	58
20	M	51	2452325,5	09	59	01,026	-13	47	7	02	12	28	29	17	56	22	12	48,7	-11	03	35
21	J	52	2452326,5	10	02	57,583	-13	41	7	01	12	28	23	17	57	22	16	38,8	-10	42	01
22	V	53	2452327,5	10	06	54,141	-13	34	6	59	12	28	15	17	58	22	20	28,3	-10	20	18
23	S	54	2452328,5	10	10	50,702	-13	26	6	58	12	28	07	17	59	22	24	17,1	-09	58	25
24	D	55	2452329,5	10	14	47,264	-13	18	6	56	12	27	58	18	00	22	28	05,2	-09	36	22
25	L	56	2452330,5	10	18	43,824	-13	09	6	55	12	27	49	18	01	22	31	52,8	-09	12	12
26	M	57	2452331,5	10	22	40,381	-12	59	6	53	12	27	39	18	03	22	35	39,8	-08	51	53
27	M	58	2452332,5	10	26	36,935	-12	49	6	52	12	27	29	18	04	22	39	26,1	-08	29	26
28	J	59	2452333,5	10	30	33,484	-12	38	6	50	12	27	18	18	05	22	43	12,0	-08	06	52

MARZO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.
-------------	----------------

ABRIL

TIEMPOS

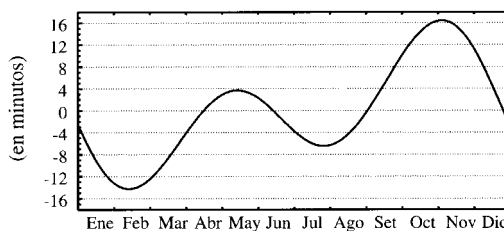
SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)					
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	a 0° de TU		
											Asc. recta	Declinac.	
1	L	91	2452365,5	12	36	43,158	-04	02	5 59	12 18 38	18 39	00 40 45,7	+04 23 11
2	M	92	2452366,5	12	40	39,715	-03	44	5 57	12 18 21	18 40	00 44 24,3	+04 46 19
3	M	93	2452367,5	12	44	36,275	-03	27	5 56	12 18 03	18 41	00 48 03,1	+05 09 23
4	J	94	2452368,5	12	48	32,834	-03	09	5 54	12 17 45	18 42	00 51 42,0	+05 32 21
5	V	95	2452369,5	12	52	29,393	-02	52	5 53	12 17 28	18 43	00 55 21,1	+05 55 13
6	S	96	2452370,5	12	56	25,950	-02	34	5 51	12 17 11	18 44	00 59 00,4	+06 17 59
7	D	97	2452371,5	13	00	22,505	-02	17	5 49	12 16 54	18 45	01 02 39,9	+06 40 39
8	L	98	2452372,5	13	04	19,058	-02	00	5 48	12 16 37	18 46	01 06 19,7	+07 03 12
9	M	99	2452373,5	13	08	15,608	-01	44	5 46	12 16 21	18 47	01 09 59,6	+07 25 38
10	M	100	2452374,5	13	12	12,156	01	27	5 45	12 16 05	18 48	01 13 39,9	+07 47 56
11	J	101	2452375,5	13	16	08,703	-01	11	5 43	12 15 49	18 49	01 17 20,4	+08 10 07
12	V	102	2452376,5	13	20	05,250	-00	56	5 41	12 15 33	18 50	01 21 01,1	+08 32 10
13	S	103	2452377,5	13	24	01,798	-00	40	5 40	12 15 18	18 51	01 24 42,2	+08 54 04
14	D	104	2452378,5	13	27	58,347	00	25	5 38	12 15 03	18 52	01 28 23,6	+09 15 49
15	L	105	2452379,5	13	31	54,898	-01	10	5 37	12 14 48	18 53	01 32 05,4	+09 37 25
16	M	106	2452380,5	13	35	51,453	+00	04	5 35	12 14 34	18 54	01 35 47,4	+09 58 51
17	M	107	2452381,5	13	39	48,010	+00	18	5 34	12 14 20	18 56	01 39 29,9	+10 20 07
18	J	108	2452382,5	13	43	44,569	+00	32	5 32	12 14 06	18 57	01 43 12,7	+10 41 13
19	V	109	2452383,5	13	47	41,130	+00	46	5 31	12 13 53	18 58	01 46 55,8	+11 01 09
20	S	110	2452384,5	13	51	37,691	+00	59	5 29	12 13 40	18 59	01 50 39,4	+11 22 53
21	D	111	2452385,5	13	55	34,250	+01	11	5 28	12 13 28	19 00	01 54 23,3	+11 43 26
22	L	112	2452386,5	13	59	30,806	+01	25	5 27	12 13 16	19 01	01 58 07,7	+12 03 47
23	M	113	2452387,5	14	03	27,359	+01	35	5 25	12 13 04	19 02	02 01 52,5	+12 23 57
24	M	114	2452388,5	14	07	23,909	+01	46	5 24	12 12 53	19 03	02 05 37,7	+12 43 53
25	J	115	2452389,5	14	11	20,457	+01	57	5 22	12 12 43	19 04	02 09 23,4	+13 03 38
26	V	116	2452390,5	14	15	17,005	+02	08	5 21	12 12 32	19 05	02 13 09,5	+13 23 09
27	S	117	2452391,5	14	19	13,555	+02	18	5 20	12 12 23	19 06	02 16 56,2	+13 42 27
28	D	118	2452392,5	14	23	10,109	+02	27	5 18	12 12 14	19 07	02 20 43,3	+14 01 31
29	L	119	2452393,5	14	27	06,667	+02	36	5 17	12 12 05	19 08	02 24 31,0	+14 20 22
30	M	120	2452394,5	14	31	03,227	+02	44	5 16	12 11 57	19 09	02 28 19,1	+14 38 58

de Madrid, lo que les permite emitir cada media hora las señales horarias de tiempo oficial. Hay que resaltar, sin embargo, que las señales emitidas sufren un pequeño retraso por propagación cuando la emisión tiene lugar desde un satélite, entre dichas cadenas y emisoras se encuentran:

- Cadena COPE
- Cadena SER
- Onda Cero
- Onda Madrid
- Radio España
- Radio Intercontinental
- Radio Nacional de España
- Radio RKR
- Agencia EFE

Ecuación de tiempo



Todos los tiempos indicados en estas tablas se refieren a las 0<sup>h</sup> del tiempo universal (TU) del día considerado.

El tiempo solar verdadero se obtiene sumando la ecuación de tiempo al tiempo solar medio que, a su vez, se obtiene sumando el TU del instante considerado y la longitud (Este) del lugar.

$$\text{tiempo solar medio} = \text{TU} + \text{longitud}_{\text{Este}}$$

$$\text{tiempo solar verdadero} = \text{tiempo solar medio} + \text{ecuación de tiempo}$$

La ecuación de tiempo se define como la corrección al tiempo medio (obtenido a partir de relojes de precisión) para obtener el tiempo solar verdadero. Antiguamente se consideraba como la corrección a aplicar al tiempo verdadero (obtenido con medidas astronómicas) para obtener el tiempo medio. Este cambio de definición se traduce en un cambio de signo respecto de ediciones del ANUARIO anteriores a 1994.

El valor absoluto máximo de la ecuación de tiempo no supera los 16,5 minutos. Su variación máxima en un día no excede los 30 segundos. La ecuación de tiempo para este año se puede calcular aproximadamente mediante la fórmula:

$$596^s \text{sen}(199^\circ + 1,9713 d) + 441^s \text{sen}(176^\circ + 0,9856 d)$$

siendo *d* el día del año. El error cometido es menor de medio minuto.

La ecuación de tiempo se anula en las siguientes cuatro fechas: 15 de abril, 13 de junio, 1 de septiembre y 25 de diciembre. En estas fechas, el tiempo solar medio y el verdadero prácticamente coinciden.

Su valor es mínimo el día 11 de febrero, con un mínimo secundario el 26 de julio. Su valor es máximo el día 3 de noviembre, con un máximo secundario el 14 de mayo.

MAYO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)					
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	a 0° de TU		
											Asc. recta	Declinac.	
1	M	121	2452395,5	14	34	59,789	+02	52	5 14	12 11 49	19 10	02 32 07,9	+14 57 20
2	J	122	2452396,5	14	38	56,351	+02	59	5 13	12 11 42	19 11	02 35 57,1	+15 15 28
3	V	123	2452397,5	14	42	52,912	+03	06	5 12	12 11 36	19 12	02 39 47,0	+15 33 20
4	S	124	2452398,5	14	46	49,470	+03	12	5 11	12 11 30	19 13	02 43 37,4	+15 50 57
5	D	125	2452399,5	14	50	46,028	+03	18	5 09	12 11 25	19 14	02 47 28,3	+16 08 18
6	L	126	2452400,5	14	54	42,578	+03	23	5 08	12 11 20	19 15	02 51 19,8	+16 25 33
7	M	127	2452401,5	14	58	39,129	+03	27	5 06	12 11 16	19 16	02 55 11,9	+16 42 12
8	M	128	2452402,5	15	02	35,678	+03	31	5 05	12 11 12	19 17	02 59 04,6	+16 58 45
9	J	129	2452403,5	15	06	32,227	+03	35	5 04	12 11 09	19 18	03 02 57,9	+17 15 00
10	V	130	2452404,5	15	10	28,777	+03	37	5 04	12 11 07	19 19	03 06 51,8	+17 30 58
11	S	131	2452405,5	15	14	25,328	+03	39	5 03	12 11 05	19 20	03 10 46,2	+17 46 39
12	D	132	2452406,5	15	18	21,881	+03	41	5 02	12 11 04	19 21	03 14 41,2	+18 02 02
13	L	133	2452407,5	15	22	18,437	+03	42	5 01	12 11 03	19 22	03 18 36,8	+18 17 06
14	M	134	2452408,5	15	26	14,996	+03	42	5 00	12 11 03	19 23	03 22 33,0	+18 31 53
15	M	135	2452409,5	15	30	11,558	+03	42	4 59	12 11 04	19 24	03 26 29,7	+18 46 20
16	J	136	2452410,5	15	34	08,120	+03	41	4 58	12 11 05	19 25	03 30 27,0	+19 00 28
17	V	137	2452411,5	15	38	04,684	+03	40	4 57	12 11 06	19 26	03 34 24,8	+19 14 17
18	S	138	2452412,5	15	42	01,245	+03	38	4 56	12 11 08	19 27	03 38 23,2	+19 27 47
19	D	139	2452413,5	15	46	57,805	+03	36	4 55	12 11 11	19 28	03 42 22,1	+19 40 56
20	L	140	2452414,5	15	49	54,361	+03	33	4 54	12 11 14	19 29	03 46 21,6	+19 53 45
21	M	141	2452415,5	15	53	50,913	+03	30	4 54	12 11 18	19 30	03 50 21,6	+20 06 14
22	M	142	2452416,5	15	57	47,464	+03	26	4 53	12 11 22	19 31	03 54 22,1	+20 18 22
23	J	143	2452417,5	16	01	44,014	+03	21	4 52	12 11 27	19 31	03 58 23,1	+20 30 09
24	V	144	2452418,5	16	05	40,566	+03	16	4 51	12 11 32	19 32	04 02 24,5	+20 41 35
25	S	145	2452419,5	16	09	37,117	+03	11	4 51	12 11 37	19 33	04 06 26,5	+20 52 40
26	D	146	2452420,5	16	13	33,678	+03	05	4 50	12 11 44	19 34	04 10 29,0	+21 03 23
27	L	147	2452421,5	16	17	30,240	+02	58	4 49	12 11 50	19 35	04 14 32,0	+21 13 44
28	M	148	2452422,5	16	21	26,804	+02	52	4 49	12 11 57	19 35	04 18 35,5	+21 23 43
29	M	149	2452423,5	16	25	23,369	+02	44	4 48	12 12 05	19 36	04 22 39,4	+21 33 20
30	J	150	2452424,5	16	29	19,933	+02	36	4 48	12 12 13	19 37	04 26 43,8	+21 42 35
31	V	151	2452425,5	16	33	16,494	+02	28	4 47	12 12 22	19 38	04 30 48,7	+21 51 27

JUNIO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)					
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	a 0° de TU		
											Asc. recta	Declinac.	
1	S	152	2452426,5	16	37	13,053	+02	19	4 48	12 18 33	19 49	06 39 11,4	+23 08 01
2	D	153	2452427,5	16	41	09,608	+02	10	4 49	12 18 44	19 49	06 43 19,6	+23 03 57
3	L	154	2452428,5	16	45	06,162	+02	01	4 50	12 18 55	19 49	06 47 27,4	+22 59 28
4	M	155	2452429,5	16	49	02,714	+01	51	4 50	12 19 06	19 48	06 51 35,0	+22 54 39
5	M	156	2452430,5	16	52	59,265	+01	40	4 50	12 19 17	19 48	06 55 42,4	+22 49 19
6	J	157	2452431,5	16	56	55,816	+01	30	4 51	12 19 27	19 48	06 59 49,4	+22 43 38
7	V	158	2452432,5	17	00	52,369	+01	19	4 51	12 19 37	19 48	07 03 56,1	+22 37 34
8	S	159	2452433,5	17	04	48,923	+01	08	4 52	12 19 47	19 47	07 08 02,4	+22 31 06
9	D	160	2452434,5	17	08	45,480	+00	56	4 53	12 19 56	19 47	07 12 08,3	+22 24 15
10	L	161	2452435,5	17	12	42,040	+00	44	4 53	12 20 05	19 46		

TIEMPOS

JULIO

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

TIEMPOS

OCTUBRE

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

TIEMPOS

AGOSTO

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

TIEMPOS

NOVIEMBRE

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

TIEMPOS

SEPTIEMBRE

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

TIEMPOS

DICIEMBRE

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a 0° de TU.

## EFEMÉRIDES DEL SOL PARA 2002

Los instantes de salida y puesta del Sol (**Orto** y **Ocaso**) han sido calculados para Madrid, corrigiendo por un valor medio de la refracción y prescindiendo del relieve en el horizonte. Se indica también, en la columna **Culminación**, el instante de paso del centro del disco solar por el meridiano de Madrid, lo que constituye el *mediodía verdadero*. Para conocer el tiempo *oficial* en que se da cada fenómeno, hay que sumar una o dos horas al valor obtenido de la tabla, dependiendo de la época del año.

Para calcular el orto, el ocaso y la culminación del Sol en cualquier otro lugar de España véanse los apartados *Ortos y ocasos del Sol* y *Paso del Sol por el meridiano* en el ANUARIO.

En las dos últimas columnas se indica la posición aparente geocéntrica del Sol a las 0<sup>h</sup> de TU, expresada en coordenadas ecuatoriales, **ascensión recta** y **declinación**. Para obtener las coordenadas en cualquier otro instante debe realizarse una interpolación de segundo grado partiendo de los valores de dichas columnas (véase el apartado *Interpolación* en la sección **TABLAS** del ANUARIO).

Se llama culminación del Sol al paso del centro del Sol por el meridiano del lugar. El instante de la culminación del Sol en cualquier lugar de España se puede obtener de la siguiente manera aproximada:

- (1) a la ascensión recta del día considerado se le resta el tiempo sidéreo en Greenwich a 0<sup>h</sup> de TU de este día (tabla en *TIEMPOS*);
- (2) se le resta la longitud Este del lugar (por ejemplo, en el caso de Madrid se suman 15<sup>m</sup> (al ser la longitud de Madrid de -15<sup>m</sup>); y
- (3) si tenemos un tiempo negativo, se suman 24<sup>h</sup>.

La posición del Sol en su órbita aparente, la eclíptica, se da mediante la coordenada *longitud*, que designaremos con el símbolo ☉. Su valor aproximado para el día *d* de un año cualquiera viene dado por:

$$\odot \approx 279^\circ + 0,986 d + 2^\circ \text{sen}(0,986 d).$$

Un desarrollo más preciso de ☉ para este año puede encontrarse en la página del ANUARIO dedicada a datos solares.

Las coordenadas ecuatoriales del Sol se pueden calcular aproximadamente mediante:

$$\alpha_{\odot} \text{ Q arctan}(0,917 \tan \odot), \text{ mismo cuadrante que } \odot$$

$$\delta_{\odot} \text{ Q arccsen}(0,398 \text{sen} \odot).$$

Por ejemplo, para el día 10 de abril ( $d = 100$ ) se obtienen:  $\odot = 20^\circ$  (primer cuadrante),  $\alpha_{\odot} = 18^\circ = 1^{\text{h}}12^{\text{m}}$ ,  $\delta_{\odot} = +7,98$ .

Los instantes de orto y ocaso del Sol para un lugar dado pueden ser calculados de manera aproximada: (1) se calculan la longitud del Sol, ☉, y el instante de culminación para el lugar; (2) se calcula el tiempo auxiliar:

$$H = 6^{\text{h}}4^{\text{m}} + 77^{\text{m}} \text{sen} \odot, \text{ en la Península y Baleares}$$

$$H = 6^{\text{h}}3^{\text{m}} + 49^{\text{m}} \text{sen} \odot, \text{ en Canarias}$$

Tras calcular *H*:

- (3) para determinar el orto, se resta el valor *H* al instante de la culminación;
- (4) para determinar el ocaso, se suman ambos valores.

La presencia de montañas o colinas en el horizonte tiene como efecto el retrasar el instante del orto o adelantar el del ocaso. Si el Sol sale en un lugar del horizonte en que el relieve alcanza una altura *h* (en metros) por encima del lugar de observación y se encuentra a una distancia *D* (en km), el retraso en el orto viene dado aproximadamente por:  $19^{\text{s}} h (m)/D (km)$ . El adelanto en el ocaso se calcula análogamente. En Canarias, usar 16<sup>s</sup> como factor multiplicativo.

El lugar en el horizonte en que sale o se pone el Sol se indica con el *acimut*, ángulo que se mide desde el Sur (acimut=0°) y es positivo hacia el Oeste. Utilizando desarrollos antes explicados, el acimut, *a*, del ocaso viene dado por:

$$a \approx \text{arcsin}(-0,012 - 0,523 \text{sen} \odot), \text{ en la Península y Baleares}$$

$$a \approx \text{arcsin}(-0,008 - 0,452 \text{sen} \odot), \text{ en Canarias.}$$

El acimut del orto se calcula de igual manera pero se toma con signo negativo.

## ESTRELLA POLAR

Se denomina Estrella Polar a la más brillante de la constelación de la Osa Menor (αUMi). Se trata de una estrella de magnitud  $V=2,0$  que se encuentra a  $\sim 1^\circ$  de la dirección del Polo Norte. Al ser visible a lo largo de todo el año (en el hemisferio Norte) resulta adecuada para algunas aplicaciones en topografía y navegación. Su proximidad al polo permite determinar la latitud del lugar: en primera aproximación (error  $< 1^\circ$ ), es la altura de la Polar. Su dirección sobre el horizonte da, en primera aproximación, la del meridiano.

$\alpha_{2000}$	2 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> ,70
$\delta_{2000}$	89°15'50,77
$\mu_{\alpha} \cos \delta$	0,0383'' por año
$\mu_{\delta}$	-0,0152'' por año
$\pi$	0,003''
<i>V</i>	2,02 <sup>mag</sup>
<i>B-V</i>	0,60 <sup>mag</sup>
tipo espectral	F8

## Consideraciones previas

Para realizar o reducir observaciones de la Polar conviene determinar los siguientes valores:

- tiempo sidéreo local = tiempo sidéreo en Greenwich a 0<sup>h</sup>TU +  $1,0027379 \cdot \text{Tiempo Universal} + \text{longitud } \lambda$  del lugar (positiva al Este)
- ángulo horario de la Polar:  
 $H = \text{tiempo sidéreo local} - \text{asc. recta de la Polar } (\alpha, \text{ ver tabla})$
- distancia polar de la Polar: *p* (ver tabla)
- declinación de la Polar:  $\delta = 90^\circ - p$

El instante de culminación superior de la Polar por el meridiano de Greenwich en una fecha dada puede calcularse a partir del valor de la ascensión recta a dada en la tabla de la Polar, mediante:

$$TU = 0,99727 (\alpha - TSGO + 24^h)$$

donde TSGO es el tiempo sidéreo de Greenwich a 0<sup>h</sup> de TU (v. tabla en TIEMPOS) y el tiempo TU resultante debe darse entre 0<sup>h</sup> y 24<sup>h</sup>.

### Predicción de las coordenadas horizontales de la Polar

La altura *h* y el acimut *a* de la Polar en el día y hora considerados y en un lugar de latitud  $\phi$  vienen dados por:

$$\text{altura: } h = \phi + p \cos H - 0,00873 (p \sen H)^2 \tan \phi$$

$$\text{acimut: } a = - p \sen H / \cos h$$

donde todos los ángulos ( $\phi, p, H, h, a$ ) deben ser expresados en grados y el acimut *a* se mide desde el Norte positivamente hacia el Este.

### Determinación de la latitud

La medida de la altura *h* de la Polar sobre el horizonte permite determinar la latitud  $\phi$  de un lugar, suponiendo que se conoce la longitud  $\lambda$  de éste con suficiente precisión. Se calculan, como se ha indicado antes, el ángulo horario *H* de la Polar y su distancia polar *p* para el instante TU en que se ha realizado la medida de la altura *h*. Tras corregir ésta de refrac-

ción, errores instrumentales y, si fuera necesario, de la depresión del horizonte, la latitud se determina mediante:

$$\phi = h - p \cos H + 0,00873 (p \sen H)^2 \tan h$$

donde todos los ángulos ( $\phi, p, H, h$ ) deben ser expresados en grados. Para nuestras latitudes, el último sumando es < 20".

### Determinación de la meridiana

La medida, sobre el horizonte, de la dirección de la Polar respecto del Norte permite determinar la dirección de la meridiana. Procediendo como antes, calculamos los ángulos *H* y *p*. Medimos la altura *h* de la Polar o la predécimos mediante la fórmula dada en Predicción... El acimut de la Polar vendrá dado por:

$$a = - p \sen H / \cos h$$

mediándose el acimut *a* desde el Norte y positivo hacia el Este. Si se desea referir el acimut al sur, súmese 180° al valor antes obtenido.

El hecho de usar un valor de la ascensión recta *a* para una fecha dada, sin interpolar a la hora de observación introduce un error esperado en la latitud *f* que se determine de 0°,1 (3 m), siendo el error máximo posible menor de 0°,4 (12 m).

El día 30 de octubre la Polar culmina dos veces en Greenwich, siendo las coordenadas en su segundo paso:  $\alpha = 2^h36^m11^s,22$  y  $p = 43^{\circ}27',4$ .

Posición aparente de la Polar en 2002 en su culminación superior en Greenwich

día	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre			
	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>	$\alpha$	<i>p</i>		
1	2 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 43'		2 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 43'			
2	9 <sup>0</sup> 40' 24",4		10 <sup>1</sup> 24' 21",2		5 <sup>7</sup> 15' 23",5		24:34 29",9		16:28 38",3		34:90 46",4		14:67 51",3		9:11 51",8		5:04 47",3		48:24 38",5		10:77 26",4		63:80 15",1		63:80 15",1	
3	8 <sup>8</sup> :58 24",2		9 <sup>9</sup> :59 21",2		5 <sup>6</sup> :15 23",5		23:65 30",2		16:46 38",6		35:91 46",6		16:26 51",4		10:96 51",8		6:72 47",0		49:38 38",2		10:99 26",0		63:10 14",8		62:37 14",5	
4	8 <sup>7</sup> :54 24",0		9 <sup>7</sup> :94 21",2		5 <sup>4</sup> :78 23",6		22:99 30",4		16:66 38",9		36:94 46",8		17:88 51",5		12:81 51",7		8:40 46",8		50:49 37",8		11:19 25",6		62:37 14",5		61:60 14",1	
5	8 <sup>6</sup> :09 23",9		9 <sup>6</sup> :29 21",2		5 <sup>3</sup> :43 23",8		22:36 30",7		16:89 39",2		38:01 47",0		19:51 51",6		14:67 51",6		10:06 46",6		51:57 37",5		11:34 25",2		61:60 14",1		60:81 13",8	
6	8 <sup>4</sup> :62 23",7		9 <sup>4</sup> :63 21",2		5 <sup>2</sup> :09 24",0		21:75 31",0		17:15 39",5		39:09 47",2		21:15 51",6		16:53 51",5		11:71 46",3		52:63 37",1		11:46 24",8		60:81 13",8		59:99 13",5	
7	8 <sup>3</sup> :13 23",5		9 <sup>2</sup> :99 21",3		5 <sup>0</sup> :77 24",1		21:17 31",3		17:44 39",7		40:20 47",5		22:81 51",7		18:39 51",5		13:35 46",1		53:66 36",8		11:55 24",4		59:99 13",5		59:14 13",1	
8	8 <sup>1</sup> :63 23",3		9 <sup>1</sup> :34 21",3		4 <sup>9</sup> :47 24",3		20:62 31",5		17:76 40",0		41:34 47",7		24:48 51",8		20:25 51",4		14:97 45",8		54:66 36",4		11:61 24",0		59:14 13",1		58:26 12",8	
9	8 <sup>0</sup> :11 23",2		8 <sup>9</sup> :69 21",3		4 <sup>8</sup> :19 24",5		20:10 31",8		18:11 40",3		42:50 47",8		26:17 51",9		22:11 51",3		16:58 45",5		55:63 36",0		11:63 23",7		58:26 12",8		57:35 12",5	
10	7 <sup>8</sup> :58 23",0		8 <sup>8</sup> :06 21",3		4 <sup>6</sup> :92 24",7		19:60 32",1		18:49 40",6		43:68 48",0		27:87 51",9		23:98 51",2		18:16 45",3		56:58 35",7		11:62 23",3		57:35 12",5		56:42 12",2	
11	7 <sup>7</sup> :03 22",9		8 <sup>6</sup> :43 21",4		4 <sup>5</sup> :67 24",8		19:14 32",3		18:90 40",9		44:89 48",2		29:58 52",0		25:83 51",0		19:73 45",0		57:49 35",3		11:58 22",9		56:42 12",2		55:47 11",9	
12	7 <sup>5</sup> :47 22",7		8 <sup>4</sup> :80 21",5		4 <sup>4</sup> :45 25",0		18:71 32",6		19:34 41",1		46:12 48",4		31:31 52",0		27:69 50",9		21:28 44",7		58:38 34",9		11:51 22",5		55:47 11",9		54:49 11",6	
13	7 <sup>3</sup> :90 22",6		8 <sup>3</sup> :18 21",5		4 <sup>3</sup> :25 25",2		18:30 32",9		19:82 41",4		47:37 48",6		33:04 52",1		29:54 50",8		22:81 44",5		59:24 34",5		11:54 22",1		54:49 11",6		53:49 11",3	
14	7 <sup>2</sup> :31 22",5		8 <sup>1</sup> :57 21",6		4 <sup>2</sup> :07 25",4		17:93 33",2		20:32 41",7		48:65 48",8		34:79 52",1		31:38 50",7		24:33 44",2		60:07 34",2		11:27 21",7		53:49 11",3		52:46 11",0	
15	7 <sup>0</sup> :72 22",3		7 <sup>9</sup> :97 21",6		4 <sup>0</sup> :91 25",7		17:59 33",5		20:84 42",0		49:95 49",0		36:55 52",1		33:22 50",5		25:82 43",9		60:87 33",8		11:10 21",3		52:46 11",0		51:41 10",7	
16	6 <sup>9</sup> :12 22",2		7 <sup>8</sup> :38 21",7		3 <sup>9</sup> :78 25",9		17:27 33",8		21:40 42",2		51:27 49",1		38:31 52",2		35:05 50",4		27:29 43",6		61:64 33",4		10:91 21",0		51:41 10",7		50:33 10",4	
17	6 <sup>7</sup> :51 22",1		7 <sup>6</sup> :81 21",8		3 <sup>8</sup> :67 26",1		16:99 34",0		21:99 42",5		52:60 49",3		40:08 52",2		36:87 50",3		28:75 43",3		62:39 33",0		10:69 20",6		50:33 10",4		49:24 10",1	
18	6 <sup>5</sup> :89 22",0		7 <sup>5</sup> :24 21",9		3 <sup>7</sup> :58 26",3		16:74 34",3		22:61 42",7		53:96 49",5		41:86 52",2		38:69 50",1		30:19 43",0		63:10 32",6		10:53 20",2		49:24 10",1		48:12 9",9	
19	6 <sup>4</sup> :27 21",9		7 <sup>3</sup> :68 22",0		3 <sup>6</sup> :52 26",5		16:52 34",6		23:25 43",0		55:34 49",6		43:64 52",2		40:50 49",9		31:60 42",7		63:79 32",3		10:15 19",8		48:12 9",9		46:98 9",6	
20	6 <sup>2</sup> :64 21",8		7 <sup>2</sup> :14 22",1		3 <sup>5</sup> :49 26",7		16:33 34",9		23:93 43",3		56:73 49",8		45:43 52",2		42:30 49",8		33:00 42",4		64:46 31",9		9:84 19",5		46:98 9",6		45:82 9",3	
21	6 <sup>1</sup> :00 21",8		7 <sup>0</sup> :62 22",2		3 <sup>4</sup> :47 27",0		16:17 35",2		24:63 43",5		58:14 49",9		47:22 52",2		44:10 49",6		34:38 42",1		65:09 31",5		9:50 19",1		45:82 9",3		44:64 9",1	
22	5 <sup>9</sup> :36 21",7		6 <sup>9</sup> :10 22",3		3 <sup>3</sup> :49 27",2		16:05 35",5		25:35 43",8		59:56 50",1		49:02 52",2		45:89 49",5		35:74 41",8		65:70 31",1		9:13 18",7		44:64 9",1		43:44 8",8	
23	5 <sup>7</sup> :72 21",6		6 <sup>7</sup> :60 22",4		3 <sup>2</sup> :53 27",4		15:95 35",8		26:10 44",0		61:00 50",2		50:82 52",2		47:67 49",3		37:08 41",5		66:28 30",7		8:73 18",3		43:44 8",8		42:22 8",6	
24	5 <sup>6</sup> :08 21",5		6 <sup>6</sup> :12 22",5		3 <sup>1</sup> :60 27",7		15:88 36",1		26:87 44",3		62:46 50",3		52:63 52",2		49:44 49",1		38:40 41",2		66:83 30",3		8:30 18",0		42:22 8",6		40:97 8",3	
25	5 <sup>4</sup> :43 21",5		6 <sup>4</sup> :65 22",6		3 <sup>0</sup> :69 27",9		15:83 36",3		27:67 44",5		63:93 50",5		54:44 52",2		51:21 48",9		39:71 40",8		67:36 29",9		7:85 17",6		40:97 8",3		39:70 8",1	
26	5 <sup>2</sup> :79 21",4		6 <sup>3</sup> :20 22",8		2 <sup>9</sup> :82 28",1		15:82 36",6		28:49 44",8		65:42 50",6		56:26 52",2		52:97 48",7		40:99 40",5		67:86 29",6		7:36 17",3		39:70 8",1		38:42 7",8	
27	5 <sup>1</sup> :14 21",4		6 <sup>1</sup> :76 22",9		2 <sup>8</sup> :96 28",4		15:83 36",9		29:33 45",0		66:92 50",7		58:08 52",1		54:72 48",5		42:25 40",2		68:32 29",2		6:84 16",9		38:42 7",8		37:11 7",6	
28	4 <sup>9</sup> :49 21",3		6 <sup>0</sup> :33 23",0		2 <sup>8</sup> :13 28",6		15:86 37",2		30:20 45",2		68:43 50",8		59:91 52",1		56:46 48",3		43:49 39",9		68:76 28",8		6:30 16",5		37:11 7",6		35:78 7",4	
29	4 <sup>7</sup> :84 21",3		5 <sup>8</sup> :92 23",2		2 <sup>7</sup> :32 28",9		15:89 37",5		31:09 45",5		69:97 51",0		61:74 52",0		58:19 48",1		44:71 39",5		69:17 28",4		5:72 16",2		35:78 7",4		34:42 7",2	
30	4 <sup>6</sup> :19 21",3				2 <sup>6</sup> :54 29",1		16:02 37",8		32:01 45",7		71:52 51",1		63:57 52",0		59:92 47",9		45:91 39",2		69:55 28",0		5:11 15",8		34:42 7",2		33:05 6",9	
31	4 <sup>4</sup> :54 21",3				2 <sup>5</sup> :78 29",4		16:14 38",0		32:94 45",9		73:09 51",2		65:42 52",0		61:63 47",7		47:09 38",9		69:90 27",6		4:47 15",5		33:05 6",9		31:66 6",7	
31	4 <sup>2</sup> :89 21",2				2 <sup>5</sup> :05 29",7				33:91 46",2				67:26 51",9		63:34 47",5				70:51 26",8				31:66 6",7			

El lector que necesite más datos y fórmulas, deberá adquirir el Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid, 2002.

# Vida Profesional

## I CONGRESO SOBRE EL CATASTRO EN LA UNIÓN EUROPEA

Con motivo de la Presidencia Española del Consejo de la Unión Europea, se ha incluido dentro del programa de dicha Presidencia la celebración del I Congreso sobre el Catastro en la Unión Europea, que se celebrará entre los días 15 y 17 de mayo de 2002 en la ciudad de Granada, organizado por la Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda.

El programa incluye las sesiones conjuntas de inauguración y clausura, que se celebrarán los días 15 y 17 de mayo respectivamente, y cuatro seminarios, que tendrán lugar el día 16:

### Miércoles 15 de mayo

- Inauguración del Congreso
- *La información territorial en la Unión Europea: Situación y perspectivas.* Representante de la DG. para la Empresa y la Sociedad de la Información (UE)
- *El modelo catastral español.* Jesús Miranda Hita, Dtor. Gral. del Catastro (España)
- *La "Declaración del Catastro en la Unión Europea": Presentación del documento.* Ignacio Durán Boo (España).
- *Expectativas en los países candidatos en relación con un modelo catastral europeo.* Bengt Kjellson (UN-CEE-WPLA).

### Jueves 16 de mayo

Seminario 1: "Utilización del Catastro en la aplicación de políticas de la Unión Europea y de los Estados miembros"

- *Gestión y control de ayudas derivadas de la Política Agraria Común a través de la Información Catastral.*
- *Utilización de la Información catastral en proyectos de desarrollo de regiones transfronterizas financiados por la UE.*
- *Utilización del catastro en los Estados miembros.*
- *Actuaciones destinadas a mejorar la situación del Catastro en los países candidatos*
- *Situación de los Sistemas de Información Geográfico-Catastrales existentes en la Unión Europea*
- *Conclusiones*

Seminario 2: "Iniciativas para coordinar la actividad catastral en la Unión Europea"

- *Iniciativas para la coordinación de actividades destinadas a la creación y el mantenimiento del Catastro*

- *Iniciativas para la coordinación de actividades destinadas a la utilización y difusión de los datos del Catastro*
- *Experiencias sobre coordinación en los Estados miembros*
- *Las propuestas para el Catastro del futuro. El modelo CATASTRO 2014*
- *Construcción de una infraestructura espacial europea de datos*
- *Conclusiones*

Seminario 3: "Sistemas de valoración masiva de inmuebles y tributación inmobiliaria"

- *Valoración masiva de inmuebles a través de los datos catastrales*
- *Utilización del Catastro en los distintos tributos inmobiliarios europeos*
- *Experiencias de los Estados miembros en materia de valoración y de tributos*
- *Seguimiento del mercado inmobiliario y sus efectos sobre las valoraciones con fines fiscales*
- *Conclusiones*

Seminario 4: "El Catastro de los ciudadanos: La información territorial al servicio de todos"

- *Iniciativas de la Unión Europea para la difusión de la Información Territorial*
- *Difusión de la información catastral a través de Internet*
- *Experiencias de los Estados miembros sobre uso por los ciudadanos de la información catastral*
- *Catastro y seguridad jurídica en el mercado inmobiliario*
- *Conclusiones*

### Viernes 17 de mayo

- *El catastro al servicio de la protección del medio ambiente.* Jarmo Ratia, Dtor. de la Agencia de Administración del Territorio (Finlandia).
- *Financiación de proyectos catastrales por la UE.* Vicente Parajon-Collada (UE)
- *Presentación de la "Declaración del Catastro en la Unión Europea" y del Comité Permanente sobre el Catastro.* Jesús Miranda Hita (España)
- *Clausura Oficial del Congreso*

La inscripción en este Congreso es gratuita, pudiéndose formalizar por teléfono, correo, fax o correo electrónico, corriendo a cargo de los asistentes los gastos de desplazamiento, manutención y estancia. Se puede obtener más información y el impreso de suscripción en la página web de la Dirección General del Catastro, [www.catastro.minhac.es](http://www.catastro.minhac.es).

### III FORO IBÉRICO DE LA INGENIERÍA TÉCNICA

Durante los días 30 de noviembre y 1 de diciembre pasados tuvo lugar en Cuenca la celebración del III Foro Ibérico de la Ingeniería y la Arquitectura Técnicas, organizado por el Instituto Nacional de Ingenieros Técnicos de España y la Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos de Portugal.

Este foro, creado con el fin de fomentar el intercambio de opiniones y experiencias entre los Ingenieros Técnicos de ambos países, también pretende ser una plataforma de reivindicación y un foro de debate para buscar soluciones a los problemas que tienen nuestras profesiones, tanto en el ámbito de nuestros respectivos países como en el de la Unión Europea.

El Foro contó con la participación de más de 100 congresistas, ingenieros técnicos de todas las ramas profesionales de ambos países, así como con personalidades académicas, políticas y empresariales.

Los actos dieron comienzo la tarde del viernes 30 de noviembre en el Auditorio Municipal de Cuenca, donde, tras la inauguración del Foro por parte de la Presidencia del mismo, formada por los Presidentes del INITE y de la ANET y el Coordinador General del Foro junto con otras personalidades, se procedió a la exposición por parte de cuatro relevantes empresarios (dos españoles y dos portugueses) de los perfiles laborales demandados actualmente a los Ingenieros y Arquitectos Técnicos. A continuación, los Secretarios Generales de ambas asociaciones profesionales expusieron las directrices para los tres Grupos de Trabajo formados (I Formación, II Ejercicio Profesional y III Europa), que comenzaron sus sesiones la jornada siguiente.

El sábado 1 de diciembre, en las instalaciones de la E.U.I.T. de Telecomunicaciones (Universidad de Castilla La Mancha), tuvieron lugar las sesiones de los Grupos de Trabajo, que comenzaron con una exposición de objetivos por parte de los moderadores, seguida de breves intervenciones de los miembros de cada Grupo y un debate posterior. A las 13 horas tuvo lugar una rueda de prensa para los medios que habían destacado informadores a este evento. Por la tarde, en el Auditorio Municipal, en sesión plenaria, se presentaron y aprobaron las conclusiones de los Grupos de Trabajo, produciéndose a continuación la intervención de cuatro docentes (dos españoles y dos portugueses), acompañados por los Secretarios Generales y la de dos altos cargos de las Administraciones, uno de cada país, acompañados por los Presidentes.

Por último, la mesa del Foro, formada por los Presidentes y Secretarios Generales del INITE y de ANET y el Coordinador General del Foro, aprobaron las conclusiones finales y dieron por clausurado este III Foro Ibérico de la Ingeniería y la Arquitectura Técnica. A las 21:30 horas tuvo lugar en el Parador Nacional de Cuenca una cena de gala a la que asistieron todos los participantes en este congreso.

Las conclusiones finales adoptadas en este III Foro Ibérico fueron:

*G. de T. I Formación:*

1.-Estructura de los Planes de Estudio adaptados al Mercado

- Formación básica: Adaptarla a las necesidades de la formación tecnológica
- Formación tecnológica: Se considera la actual muy teórica y poco adaptada a las necesidades de las empresas y la sociedad
- Formación Internacional: Hay que definir un perfil común de ingeniería para garantizar el libre movimiento de titulados en la UE. La formación deberá adaptarse al criterio ECTS.

2.-Papel de las Asociaciones y Colegios Profesionales

- Participación en los Planes de estudio: Establecer un vínculo entre la Universidad y las empresas, actuando como vehículo moderador de dicha relación.
- Formación Continua: Debería ser cuantificada y certificada por las Asociaciones Profesionales, lo que permitiría avanzar hacia un modelo de acreditación profesional.

*G. de T. II Ejercicio Profesional*

Tanto en España como en Portugal, los Ingenieros y Arquitectos Técnicos estamos sujetos a una contradicción por parte de la Administración que, a pesar de nuestra titulación universitaria, no nos considera aptos para acceder al Grupo A de la Función Pública.

Esta contradicción se extiende al Título Profesional que, siendo obligatorio para la actividad privada, en la Administración es olvidado, siendo nuestro profesionales clasificados, erróneamente, según la ordenación genérica de Diplomados, modelo que es copiado por algunas empresas en la actividad privada.

Nuestras asociaciones profesionales deben usar todos los medios para difundir las competencias de los Ingenieros y Arquitectos Técnicos ante los organismos públicos y privados.

*G. de T. III Europa*

Se ha de trabajar por una UE que garantice la igualdad de oportunidades a los profesionales de la ingeniería, sin discriminaciones. Potenciar la formación continua, la compatibilidad y la movilidad. Trabajar para la implantación de un modelo profesional que integre la enseñanza universitaria y la experiencia. Reivindicar para las asociaciones profesionales la expedición del título habilitante para el ejercicio profesional y el derecho de los Ingenieros Técnicos a firmar proyectos de cada especialidad, sin limitaciones. Intensificar las relaciones con las asociaciones profesionales de ingeniería técnica del resto de Europa. Aprovechando la presidencia española de la UE, exigir la admisión de los ingenieros técnicos en el Grupo 1 de la Función Pública Europea. Invitar al próximo Foro Ibérico a asociaciones profesionales afines de otros países, especialmente europeos.

## NUEVAS JUNTAS DE GOBIERNO DE LAS DELEGACIONES TERRITORIALES EN MADRID Y CASTILLA-LA MANCHA DEL COITT

Por acuerdo de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, a propuesta de las partes interesadas, la Delegación Territorial en Madrid-Castilla-La Mancha dejó de existir a finales del año 2001, creándose en su lugar las nuevas Delegaciones Territoriales en Madrid y en Castilla-La Mancha del COITT. Para cada una de ellas se nombró una Junta de Gobierno Provisional, abriéndose a continuación un período electoral que finalizó el pasado mes de enero.

Como resultado de dicho proceso electoral, las Juntas de Gobierno de estas dos nuevas Delegaciones Territoriales quedaron constituidas por los siguientes colegiados:

### Delegación Territorial en Madrid

<i>Delegado Territorial:</i>	D. Francisco Ayora Baena
<i>Secretario-Tesorero:</i>	D. Justo Ayuso Yuste
<i>Vocal 1º:</i>	D. Francisco-Javier Martínez Benito
<i>Vocal 2º:</i>	D. Javier Peñafiel de Pedro
<i>Vocal 3º:</i>	D. Fernando Díez Pérez
<i>Vocal 4º:</i>	D. Álvaro Mateo Millán
<i>Vocal 5º:</i>	D. Rubén Ibáñez Martín
<i>Vocal 6º:</i>	Dña. Celia Sánchez Vázquez
<i>Vocal 7º:</i>	Dña. Natalia Rodríguez Ortiz

### Delegación Territorial en Castilla-La Mancha

<i>Delegado Territorial:</i>	D. Juan Luis Calvo Díaz
<i>Secretaria-Tesorera:</i>	Dña. Maite Aranda Gutiérrez
<i>Vocal 1º:</i>	D. Manuel Cavia Ricote
<i>Vocal 2º:</i>	D. Adolfo Relucio Patón
<i>Vocal 3º:</i>	D. Manuel-Ángel Poyatos Toribio
<i>Vocal 4º:</i>	D. Pedro Hoyos Rodríguez
<i>Vocal 5º:</i>	D. Jaime Parrilla Colomina
<i>Vocal 6º:</i>	D. Paulino Puebla del Villar

## Relación de Altas y Bajas habidas en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía en el año 2001

### ALTAS DE COLEGIADOS

González Barroso, Ana Isabel	Andalucía
Mesas Carrascosa, Fco. Javier	Andalucía
López Rodríguez, Sergio	Andalucía
Zafra Milla, Francisco	Andalucía
Alcaide Ekberg, Javier	Andalucía
Santiago Quero, José	Andalucía
Echeverría Vidondo, Ion	Andalucía
Ayllón Díaz González, José Luis	Andalucía
Iñiguez Sánchez, Tomas	Andalucía
Antón García, Carlos	Andalucía
Barajas Díaz, Águeda	Andalucía
Manzano Manrique, Felipe Jesús	Andalucía
Bruno Cobo, José Alberto	Andalucía
Dávila Jiménez, Luis Carlos	Andalucía
Martín Criado, Miriam	Andalucía
Jiménez Cornejo, Rosario	Andalucía
Civantos Salas, Mª Ángeles	Andalucía
Zunino Cabezón, Fco. José	Andalucía
Fuentes Esquinas, Leopoldo	Andalucía
Jiménez Jiménez, Juan Manuel	Andalucía
Teba Colmenero, Carlos Javier	Andalucía
García Rivas, Juan Manuel	Andalucía
Sánchez Chico, Antonio Javier	Andalucía
Aguayo Gómez, Juan Miguel	Andalucía
Oscar Arias, Patricio	Andalucía
Ruiz López, Antonio	Andalucía
Cejas Porcel, Fco. Javier	Andalucía
Rivera Muñoz, Manuel	Andalucía
Caño Vargas, Francisco Jesús del	Andalucía
Zafra Montoro, Nuria	Andalucía
Marín López, Esteban	Andalucía
Rosa Salido, Mª José	Andalucía
Araujo Iglesias, José Miguel	Andalucía

Moreno Almonacid, Bernardo	Andalucía
Pérez Ruano, Cristina	Andalucía
Martines Morón, Francisco	Andalucía
Mateos Cámara, Francisco	Andalucía
Navarro López, Mª Elena	Andalucía
García Palacios, José Miguel	Andalucía
Lozano Gómez, Esmeralda	Andalucía
Rodríguez Galván, Lucía	Andalucía
López Martines, Antonio Ángel	Andalucía
Moreno Vivas, Antonia	Aragón
Lanuzza Fuentes, Mª de los Desamparados	Aragón
Ferrer Cruzado, José Luis	Aragón
Álvarez Rubio, José Manuel	Asturias
Cuadrado Méndez, Oscar	Asturias
Palacio Casal, Beatriz	Asturias
Sobaler Sanz, Mª Josefa	Asturias
Suárez Palacios, Fermín	Asturias
García Capella, Fco. Javier	Asturias
Alonso Fernández, Mª Ángela	Asturias
Prieto Serrano, Iván	Asturias
Valvidares Barril, Pablo Salvador	Asturias
Araujo Suárez, Noelia	Asturias
Vallejo Fernández, Ana	Asturias
Guerra Díaz, Raquel	Asturias
García Rodríguez, Laura	Asturias
Díaz Escollet, José Luis	Asturias
Álvarez Santianes, Miguel	Asturias
Villamil Cabo, Ignacio	Asturias
Gómez Arias, Ignacio	Asturias
Martínez Pertierra, Leticia	Asturias
Pérez Morandeira, Carlos Santiago	Asturias
Libano Sánchez-Izquierdo, Juan	Asturias
Muñiz Pérez Marta, María	Asturias
García Fernández, Almudena	Asturias
González Blanco, Belén	Asturias
García Fernández, José M.	Asturias

Menéndez González, Ignacio	Asturias	Navarro García, Javier	C. Valenciana (Valencia)
Zanello Quintana, Patricia	Asturias	Sanchís Sánchez, Estefanía	C. Valenciana (Valencia)
García Sendín, Paloma	Asturias	Edo Maranchón, Milagros	C. Valenciana (Valencia)
García Rodríguez, Alejandro	Asturias	Santacatalina Fogues, M <sup>a</sup> Cristina	C. Valenciana (Valencia)
Martínez García, Alfredo	Asturias	Molina Seguí, Pablo	C. Valenciana (Valencia)
Martínez Vázquez, Félix	Baleares	González Martínez, M <sup>a</sup> Mar	C. Valenciana (Valencia)
Martín Cuevas, Ignacio	Baleares	Talón Ferrer, Emilio	C. Valenciana (Valencia)
Pascual Villarrubia, Germán	Baleares	Quintero Gil, Alvar	C. Valenciana (Valencia)
Jordá Sánchez, Francisco	Baleares	Aucejo Gimeno, Jorge Manuel	C. Valenciana (Valencia)
Gómez Brodsky, Esther	Canarias	Calero García, Raúl	C. Valenciana (Valencia)
Rodríguez Rodríguez, Juan Andrés	Canarias	Reig Sarrió, Jorge	C. Valenciana (Valencia)
Guzmán Benítez, José Manuel	Canarias	Sainz Najarro, Nerea	C. Valenciana (Valencia)
Pérez Vega, Luis Norberto	Canarias	Rodríguez Ballester, Sergio	C. Valenciana (Valencia)
Robles Rumayor, Mercedes	Canarias	García Rubio Pedro, Antonio	C. Valenciana (Valencia)
Santana Villen, Úrsula	Canarias	Mora Valera, Silvia	C. Valenciana (Valencia)
Domínguez Gutiérrez, Víctor Manuel	Canarias	Faustino Calleja, Julio	C. Valenciana (Valencia)
Peña Alonso, Alberto Antonio	Canarias	Lázaro Belda, Hortensia	C. Valenciana (Valencia)
Cruz Medina, Dolores Francisca	Canarias	Ferrer Ramos, Juan	C. Valenciana (Valencia)
González Figueroa, Eustaquio Eloy	Canarias	Cabellos Barbera, Ana Cristina	C. Valenciana (Valencia)
Araña Mesa, Luis Alberto	Canarias	García Tendero, Juan Pedro	C. Valenciana (Valencia)
Rodríguez González, Álvaro Alexis	Canarias	Moya Sánchez, Juan Pablo	C. Valenciana (Valencia)
Rodríguez Lemes, Fco. Javier	Canarias	Real Greses, Antonio	C. Valenciana (Valencia)
Delgado Rodríguez, Orlando Manuel	Canarias	Morell Rama, José	C. Valenciana (Valencia)
Bello Doreste, Sergio	Canarias	Redondo Colado, Esther	C. Valenciana (Valencia)
Martínez Revuelta, Ricardo	Cantabria	Gil Cuenca, Manuel	C. Valenciana (Valencia)
Sanchidrián Pose, Ricardo	Castilla y León	Camps Jambriño, Alejandro	C. Valenciana (Valencia)
Vicente Sánchez, Ramón	Castilla y León	Bayo Zaera, Germán	C. Valenciana (Valencia)
Garzón Calabrés, Alejandro	Castilla y León	Reig Cerda, Vicente	C. Valenciana (Alicante)
Martín Rodríguez, Álvaro	Castilla y León	Pruñonosa Casado, Raquel	C. Valenciana (Valencia)
Rodríguez Alonso, Adolfo	Castilla y León	Labrador González, M <sup>a</sup> Luz	C. Valenciana (Valencia)
Brunicardi Sanz, Ester	Castilla y León	Vidal Bou, Isabel	C. Valenciana (Alicante)
Corral Borges, Daniel	Castilla y León	Vila Vara, Beatriz	C. Valenciana (Valencia)
Palmier García, Ana María	Castilla y León	Bernardo Remolí, Stella de	C. Valenciana (Valencia)
Moran Amigo, Teresa	Castilla y León	Arnedo Ribes, Alberto Gonzalo	C. Valenciana (Valencia)
Manrique Arroyo, Álvaro	Castilla y León	Galindo Blasco, Ernesto José	C. Valenciana (Valencia)
Porrás Sáez, Juan José	Castilla y León	González Florit, Marta	C. Valenciana (Valencia)
Hernández López, Aurora	Castilla y León	Fontestad Paricio, Juan Ignacio	C. Valenciana (Valencia)
Izquierdo Ferreira, María	Castilla y León	Torras Sánchez, Raquel	C. Valenciana (Valencia)
Rioja Villescusa, Cesar	Castilla y León	Badenas Bagán, M <sup>a</sup> Del Mar	C. Valenciana (Valencia)
Martínez Izquierdo, Patricia	Castilla y León	Moncholi Martí, Carlos	C. Valenciana (Valencia)
Abejón Arauzo, Susana	Castilla y León	Clemente Catalán, Antonio	C. Valenciana (Valencia)
Barrio Álvarez, Carolina del	Castilla y León	Alventosa Barbera, Francisco	C. Valenciana (Valencia)
Hernández Martínez, Raúl	Cataluña	Salcedo Fernández, Juan José	C. Valenciana (Valencia)
Gutiérrez San Martín, Iñigo	Cataluña	Sánchez Gallego, Francisco José	C. Valenciana (Valencia)
Pedret Rodes, Josep	Cataluña	Escríg Miguel, Ángel	C. Valenciana (Valencia)
Salvat Miró, Gerard	Cataluña	Vázquez Chirivella, Alfonso	C. Valenciana (Valencia)
Forgas Jorquera, Enric	Cataluña	Martín Olivares, José M <sup>a</sup>	C. Valenciana (Valencia)
Valle Menguiano, Carlos	Cataluña	Tora Lavergne, Estefanía	C. Valenciana
Loscos Nebot, Fernando	Cataluña	González Meliá, María	C. Valenciana (Valencia)
Huarte Vigo, Jesús	Cataluña	Broseta Sáez, Jorge	C. Valenciana (Valencia)
Roca Ceberio, Irati	Cataluña	Montane Muñoz, Lourdes	C. Valenciana (Valencia)
Valles i Raventós, Susana	Cataluña	Vilar Mora, Santiago	C. Valenciana (Alicante)
Mingot Mallol, Esther	Cataluña	Artal Jiménez, J. Javier	C. Valenciana (Valencia)
Bonet Montserrat, Lluís	Cataluña	Alfaro Villa, Juana	C. Valenciana (Valencia)
Rubio Cerda, Amparo	Cataluña	Ramón González, Enrique Félix	C. Valenciana (Alicante)
Vidales Rama, Sandra	Cataluña	Aucejo Sancho, Fernando	C. Valenciana (Valencia)
Asensio Saiz, Ruth	Cataluña	Muñoz Cubel, Alberto	C. Valenciana (Valencia)
García Moreno, José Juan	Cataluña	Vigueras Pellicer, Raúl	C. Valenciana (Alicante)
Valdés Peña, Gumersindo A.	Cataluña	Salva Mengod, M <sup>a</sup> Carmen	C. Valenciana (Valencia)
Corominas Plazas, David	Cataluña	Cámara Pasto, Pedro Vicente	C. Valenciana (Valencia)
Díaz López, Noemí	Cataluña	Mora Romero, Carmelo Joaquín	C. Valenciana (Alicante)
Gabela González, M <sup>a</sup> Isabel	Cataluña	Mora Romero, Raúl	C. Valenciana (Alicante)
García Calvo, Guillermo	C. Valenciana (Valencia)	Sánchez Martínez, Fernando	C. Valenciana (Valencia)
Sola Climent, Rafael	C. Valenciana (Valencia)	Arlandis Martínez, Carlos	C. Valenciana (Valencia)
Moreyra Martínez, Elena María	C. Valenciana (Valencia)	Villoslada del Valle, M <sup>a</sup> José	C. Valenciana (Valencia)
Sebastián Rubio, Jorge	C. Valenciana (Valencia)	García Moreno, Ángel	C. Valenciana (Valencia)
Eslava Álvarez, José Luis	C. Valenciana (Valencia)	Martínez Solera, Carlos Luis	C. Valenciana (Valencia)
García Carrión, Eladio	C. Valenciana (Valencia)	Marín Gómez-Nieves, Alejandro	C. Valenciana (Alicante)
Conejero Ruiz, M <sup>a</sup> José	C. Valenciana (Valencia)	Martín Lecha, Sergio	C. Valenciana (Valencia)
Soriano Navarro, Alejandro	C. Valenciana (Valencia)	Jiménez Velasco, Carmen M <sup>a</sup>	C. Valenciana (Valencia)
Gómez Secaduras, M <sup>a</sup> José	C. Valenciana (Valencia)	Casquel Deusa, Luis	C. Valenciana (Valencia)
Artes Canet, M <sup>a</sup> Dolores	C. Valenciana (Valencia)	Rico Alonso, Agustín	C. Valenciana (Valencia)

Donaire Salas, Gabriel	C. Valenciana (Valencia)
Berrio Crespo, José Luis	Extremadura
Espárrago Holguera, María Belén	Extremadura
Baltasar Alonso, Pedro Miguel	Extremadura
Ramos Amaya, M <sup>a</sup> Dolores	Extremadura
Rivera Rubio, M <sup>a</sup> Concepción	Extremadura
Martín Jiménez, Víctor Manuel	Extremadura
Martín Talón, Jesús Manuel	Extremadura
Campa Campa, Norberto	Extremadura
Nieto Martínez, Bartolomé	Extremadura
José Luis Valle Pastelero	Extremadura
Abad Díez de Lastra, Gonzalo	Galicia
Balada Pérez, Daniel	Galicia
Goday Otero, M <sup>a</sup> Rosario	Galicia
Corujo Ferro, Ramiro	Galicia
Blanco Martínez, Roberto	Galicia
Martínez Gómez, José Antonio	La Rioja
Romo Moranchel, Cristian	M-C-M
Nieves Chinchilla, Jesús	M-C-M
Príncipe Mellado, José	M-C-M
Coloma Fernández Reyes, Carlos	M-C-M
Jiménez Melgar, Sonia	M-C-M
Rey Lluva Eva, Julia del	M-C-M
Mata Arranz, David	M-C-M
Fernández Muñoz, José Manuel	M-C-M
Díaz Miguel Saiz, Alberto	M-C-M
Gómez Jaso, Enrique	M-C-M
López Moreno, Misericordia	M-C-M
Fernández Ruiz, Isabel	M-C-M
Gómez Calcerrada Sánchez, Pedro Antonio	M-C-M
Gómez Guerrero, Ricardo	M-C-M
Tapia Valera, Alfredo	M-C-M
Espadas González, Cristina	M-C-M
Núñez Duran, Patricia	M-C-M
Gordillo San Juan, Laura	M-C-M
Pérez Rosales, Fernando	M-C-M
Ruiz Rodríguez, Guillermo	M-C-M
De Pablo Murillo, Rubén	M-C-M
Santiago Triviño, Almudena	M-C-M
Congosto Sánchez, Pedro	M-C-M
Valdés Bravo, María	M-C-M
Duro Hernández, Marciano	M-C-M
Martín López, M <sup>a</sup> Ángeles	M-C-M
Puertas Cano, Andrés	M-C-M
Alcázar Muñoz, Javier	M-C-M
García García, Juan Diego	M-C-M
Heras Carabias, Alberto	M-C-M
Acosta Sánchez, Sonia	M-C-M
Garrabe Navarro, Jesús	M-C-M
Alonso Cárdenas García, Antonio	M-C-M
Sánchez Gómez, Raúl	M-C-M
González Gómez, Gustavo	M-C-M
Delgado Ávila, Gema Patricia	M-C-M
García Lamparero, Raquel	M-C-M
Álvarez Álvarez, Pablo	M-C-M
Muñoz Gutiérrez, Marta	M-C-M
Cano Martín, Lucia	M-C-M
Gómez Vales, Rubén	M-C-M
Fernández Arias, Iván	M-C-M
González Caballero, Ignacio	M-C-M
Ortiz Arjona, Encarnación	M-C-M
Pérez Laso, Gabriel	M-C-M
Solozábal Anglada, Silvia	M-C-M
Quiñones Peres, Rafael Ángel	M-C-M
Arriola Vega, Gemma	M-C-M
Morote López, Francisco	M-C-M
Mora Lozano, David	M-C-M
Muñoz Frejo, José M <sup>a</sup>	M-C-M
Risco Marcos, Sergio	M-C-M
Esteban Barbado, Eduardo	M-C-M
Pulido Torija, Agustín	M-C-M
Muñoz Sánchez, Yolanda	M-C-M

Ochoa Fernández, Enrique	M-C-M
Fernández del Vol, Rodrigo	M-C-M
Álvaro Mediavilla, Antonio	M-C-M
Santiso Pérez, David	M-C-M
Cabanillas Sánchez, José Manuel	M-C-M
Canales Cerrada, Ángel	M-C-M
Dominguez Valentín, Luis Fdo.	M-C-M
Carbajo Ruiz, Manuel	M-C-M
Gómez Jiménez, Juan Antonio	M-C-M
González Hernández, Javier	M-C-M
Ruiz Asensio, Salustiano	Murcia
Calet Domingo, M <sup>a</sup> Amparo	Murcia
Aragón Carreras, María Vanesa	Murcia
Gimeno Gimeno, José Carlos	País Vasco
Igartua Ugalde, Alasne	País Vasco
Pablo González, M <sup>a</sup> Lourdes	País Vasco
Alonso Gondra, Eukén	País Vasco
Diéguez Rodríguez, José Manuel	País Vasco
Ruiz de Arcaute, Herrera Abel	País Vasco
Madina Riaño, Aitziber	País Vasco
Gaviña Bastera, David	País Vasco
Moraza Ibáñez de Garayo, Rebeca	País Vasco
Pérez Andrade, Cristina	País Vasco
Ruiz de Gauna Sáez de Arregui, Jon	País Vasco
San Prudencio Cosgaya, Sonia	País Vasco
García Virginia, Rivas	País Vasco
Martínez Sopelana, Natalia	País Vasco
Barcala Martín, Jorge	País Vasco
Jorge Niso, M <sup>a</sup> Del Carmen	País Vasco
Manrique Elvira, Edurne	País Vasco
López de Arroyabe Izaga, Elena	País Vasco
Azula Uria, Arrate	País Vasco
García Pinedo, Igor	País Vasco
González García, Alberto	País Vasco
Alonso Fernández, Pedro	País Vasco
Pinedo Marín, M <sup>a</sup> Angosto	País Vasco
Landajo Aldanondo, Olatz	País Vasco
Antuñano Arteché, Jagoba	País Vasco
Abaitua Bilbao, Irantzu	País Vasco
Nuño Tejado, Estibaliz	País Vasco
Bilbao Ondarza, Oier	País Vasco
Olivera Díaz, Sergio	País Vasco
Iturri Bilbao, Estibaliz	País Vasco
García Carballo, David	País Vasco
Rodríguez Sierra, José María	País Vasco
Ibarra Garmendia, Harkaitz	País Vasco
Contreras Lostan, Eduardo	País Vasco

JUBILADOS

Bonilla Sánchez, Francisco	Andalucía
Gil Alfonso, Alfonso	Andalucía
Rojo Yunta, Iván	Andalucía
Suárez Rodríguez, José Luis	Asturias
López Lucia, Dionisio	Baleares
Prieto Diego, Ceferino	Castilla y León
Vallejo Cuesta, Vicente	Castilla y León
Danés Sanz, José	Cataluña
De Miguel Martínez, José A.	C. Valenciana
Ramos García, Antonio	C. Valenciana
Rivas Fernández, Juan Carlos	Galicia
Alcázar Álvarez, José Luis	Galicia
Latorre Silva, Rogelio	M-C-M
Santos Abad, Fernando	M-C-M
García Linares, Narciso	M-C-M
González Salgado, Ricardo	M-C-M
Sáez de Andrés, Antonio	M-C-M
Balius Roncero, Salvador	M-C-M
Méndez Escobar, F. Joaquín	Navarra

FALLECIDOS

Pérez Doñate, Carlos	Andalucía
Oltra Pla, Enrique	Asturias
Ramos de la Fuente, Luis	Canarias
Montejano Lacueva, Guillermo	Cataluña
Fernández Martín de la Vega, Camilo	Extremadura
Soto García, Sebastián	La Rioja
Grau García-Blanco, José L.	M-C-M

BAJAS VOLUNTARIAS

Chávez Méndez, M <sup>a</sup> José	Andalucía
Vivar Muñoz, Antonio	Andalucía
Cardeñosa Torres, Juan Manuel	Andalucía
Gutiérrez Blasco, Jesús	Aragón
Arias González, Álvaro	Asturias
Gutiérrez González, M <sup>a</sup> Rosa	Asturias
Bastante Gómez del Pulgar, J. Antonio	Asturias
Díaz González, Carmen	Asturias
Rodríguez Orihuela, Ramón	Canarias
González Acosta, José Luis	Canarias
Jiménez Sánchez, José Luis	Castilla y León
Márquez García, José	Castilla y León
Gómez García, Alfonso	Castilla y León
Serrano Robledano, Juan Manuel	Castilla y León
Hernández Jiménez, Raúl	Cataluña
Mejías Tarancón, Cristina	Cataluña
Ayuso Revilla, Pedro	Cataluña
Gamero Payo, Ángel	C. Valenciana
Calle Moreno, Javier	C. Valenciana
Requena Villar, Ángel	C. Valenciana
Vaño Alcázar, Juan Carlos	C. Valenciana
De Cruz Sánchez, Fernando	C. Valenciana
Forcen Tárrega, Emilio	C. Valenciana
Ullán de la Fuente, David	C. Valenciana
Benítez Aguado, Emilio	C. Valenciana
Carreras Lahuerta, Ana Lourdes	C. Valenciana
Ortiz de Barrón Martínez, Diego	C. Valenciana
Masó Baldoví, Ana M <sup>a</sup>	C. Valenciana
Ginestar Espín, Pablo	C. Valenciana
Oliete Amador, Luis Miguel	C. Valenciana
Caselles Gragera, Margarita	Extremadura
Alarco Valle, Margarita	Extremadura
Medina Doncel, Ildefonso	Extremadura
Moreno González, Antonio	Extremadura
Sanz Méndez, Teofilo	La Rioja
González Cristóbal, Eduardo	M-C-M
Rodríguez Pujol, Enrique	M-C-M
Sánchez Gutiérrez, José Luis	M-C-M
Núñez Maderal, Eduardo	M-C-M
Rejas Ayuga, Juan G.	M-C-M
García Cepeda, Francisco	M-C-M
Quintana Llorente, Francisco	M-C-M
Garvin Maeso, Juan	M-C-M
González Fernández-Mellado, Sonsoles	M-C-M
Martín Rodríguez, José Ramón	M-C-M
Ávila Gamarra, Ignacio	M-C-M
Peláez Lamamie de Clairac, Rafael	M-C-M
Casas Sánchez, Bonifacio	M-C-M
Nadal Cabrero, Ignacio	M-C-M
Ruiz Chicote, José Ángel	M-C-M
Castro Pérez, José Luis	M-C-M

Soler Lines, Ana Isidra	M-C-M
Sánchez Marcos, Ana	M-C-M
Bedmar Soria, María Cruz	M-C-M
Paz Jiménez, Ricardo	M-C-M
Cebrián Téllez, Paloma	M-C-M
Fernández Montoro, Miguel A.	M-C-M
Iglesias Cadarso, José A.	M-C-M
Domínguez Cerezo, Antonio	M-C-M
Santos Castaño, Pablo	M-C-M
Soto Guerra, Juan A.	M-C-M
Rodríguez Viñuales, M <sup>a</sup> Ángeles	M-C-M
Pérez Espada, Miguel	M-C-M
González González, Miguel Ángel	M-C-M
Sarti Fernández, Francisco	M-C-M
Tenorio Ruiz, Paloma	M-C-M
Abad Molina, M <sup>a</sup> Ángeles	M-C-M
Carrera Camarón, Ernesto	M-C-M
Cabrera Alonso, Enrique J.	M-C-M
Martínez Rubio, Alberto	M-C-M
Suárez de la Santísima Trinidad, M <sup>a</sup> Paloma	M-C-M
Chicote Duro, José I.	M-C-M
Álvarez Pérez, José A.	M-C-M
Suárez Bermejo, José M <sup>a</sup>	M-C-M
Rodríguez Maza, José Luis	M-C-M
Martínez Tordesillas, Ana M <sup>a</sup>	M-C-M
Villena Martín, Antonio	M-C-M
Peláez Gil, José Carlos	M-C-M
Menéndez Fernández, Elena	M-C-M
Tapia González, M <sup>a</sup> Del Pilar	M-C-M
Pinar Rubio, M <sup>a</sup> Ángeles	M-C-M
Yuste Hernández, José M.	M-C-M
Gutiérrez Gómez, Gregorio	M-C-M
Porras Ramos, Fco. Javier	M-C-M
Vicente Pachó, J. Agustín	M-C-M
Pérez Busto, Miguel A.	País Vasco
Morales Egido, José Luis	País Vasco
Bonilla Anguiano, Bosko	País Vasco
Bombin Calvo, Alberto	País Vasco
Calvo Gómez, Sara	País Vasco
Fernández Fernández, Joaquín	País Vasco
González Medrano, Ricardo	País Vasco
Armentia González, Silvia	País Vasco
Tena García, Daniel	País Vasco
Uskola Ibarluzea, Saioa	País Vasco

BAJAS POR APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 48.2

Madera García, Juan Manuel	Andalucía
Nieto Rodríguez, Alfonso	Castilla y León
Hernández López, David	C. Valenciana
Macías Hidalgo, M <sup>a</sup> Isabel	Extremadura
Gutiérrez Gallego, J. Antonio	Extremadura
Ardila Pérez, Francisco J.	Extremadura
Campal Naranjo, José Miguel	Extremadura
Pérez Laguna, Inmaculada	Extremadura
García Gutiérrez, Francisco	Extremadura
Grande Carvajal, Juan Fco	Extremadura
De Toro Santos, José Manuel	Extremadura
Barbero Moreno, Carlos	Extremadura
Checa López, Juan A.	M-C-M
Borrego Marques, Carlos Alfonso	M-C-M
Torresano Aguilar, José A.	M-C-M
Vallejo Barceló, Fernando	M-C-M
Morencos Saiz, Gonzalo	M-C-M

# Novedades Técnicas

## NUEVO SISTEMA BLADE Pro 3D GPS DE INTRAC PARA CONTROL DE MAQUINARIA

Intrac, empresa fundada en 1987 como suministrador de la entonces nueva tecnología láser aplicada a construcción, ha expandido su línea de negocio ofreciendo soluciones GPS en el campo de Control de maquinaria.

D. José Monreal, jefe de Producto de este área de negocio, describe así la compañía: *"Intrac es una empresa ágil, flexible y sólida, acorde con los tiempos, en la que toda la organización innova... Nuestra ventaja estratégica consiste en potenciar la capacidad para atender las necesidades crecientes de los clientes, convirtiendo a Intrac en un verdadero huracán de actividad. Intrac está formado por un grupo de personas con un objetivo común, Atomizar la empresa con el fin de producir entusiasmo, creatividad y una simbiosis casi automática con el cliente, algo que nos lleva a dar un paso más allá: a seguir creando algo grande"*.

Intrac distribuye marcas tales como TRIMBLE (fabricante de soluciones GPS fusionada con Spectra-Precision en el 2000) y NIKON. Así mismo, garantiza la calidad de su servicio certificando todos sus procedimientos bajo las normas AENOR.

BLADE Pro 3D, ha marcado desde 1999 el inicio de un importante cambio evolutivo en los procesos automáticos de ejecución de obras, definiendo una nueva metodología basada en "maquinaria inteligente", dotada primero de un sistema de posicionamiento en tres dimensiones (basado en GPS o estación total robotizada), así como del proyecto a ejecutar en formato digital.

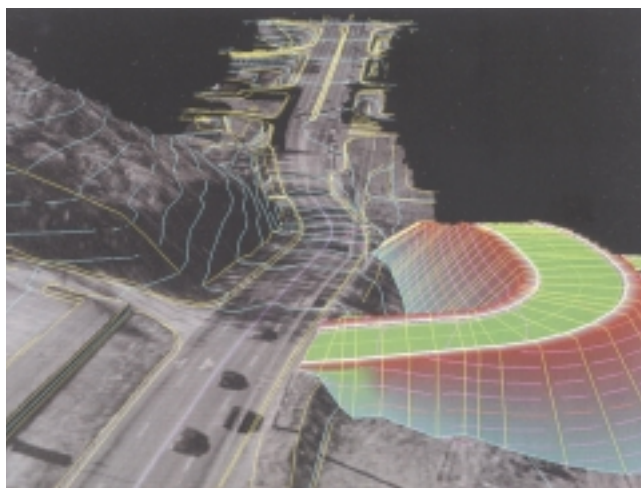
Hasta ahora, el proceso de replanteo topográfico en obra consistía en la materialización de puntos discretos del diseño sobre el terreno de forma manual (estacas y otro tipo de señalización), que los operadores de maquinaria interpretaban y ejecutaban de forma "artesanal". Blade Pro 3D, permite "integrar" la topografía y la interpretación del diseño en un proceso continuo y automático en tiempo real de ejecución, haciendo pues necesario considerar la nueva situación por parte de los responsables de topografía y producción en la planificación de la obra moderna.

### Descripción del Sistema BLADE Pro 3D

Los datos se incorporan mediante una tarjeta PCMCIA. Se trata de un interfaz gráfico de fácil utilización, que no solamente muestra la localización de la máquina, sino que permite realizar una programación del trabajo gracias a la visualización gráfica de la zona a ejecutar.

Los cálculos de cotas y peraltes se hacen en tiempo real, atendiendo a la geometría de la traza o superficie y eliminando las interpolaciones de puntos. El resultado consigue una homogeneidad, suavidad y regularidad excepcional en las superficies niveladas.

Las características más importantes de este sistema son: Nivelación automática en cualquier punto de la traza o superficie sin necesidad de re-



planteos previos, sin estacas o cuerdas nivelantes. Vence las limitaciones de sistemas láser o de ultrasonidos corrigiendo automáticamente la inclinación de la cuchilla en los cambios de pendiente longitudinal o transversal (peraltes) sin necesidad de ninguna interpolación de cotas. Elimina todo tipo de irregularidades entre estacas sin contar con la necesaria pericia del operador y consiguiendo, por tanto, unas superficies finales suaves y regulares. Por último, es de destacar la sencillez de manejo, que permite capacitar a los operadores en pocas horas, como demuestran las instalaciones realizadas.

Se trata pues de un sistema capaz de automatizar la fase de nivelación de forma completa, con unos rendimientos de trabajo y costes jamás obtenidos. Hay que resaltar además, cómo el trabajo desarrollado con BLADE Pro 3D cumple a la perfección todo tipo de certificaciones, tanto en precisión como en regularidad de superficies (IRI), sin necesidad de repetir el trabajo y cumpliendo los más estrictos controles de calidad que se exigen hoy en obra.

BLADE Pro 3D ha sido utilizado en muchos de los tramos de las obras más representativas de la Península Ibérica (Autovía Albacete-Murcia, Autovía del Cantábrico, Autovía Huelva-Portugal, Radial 2 de Madrid, AVE Madrid-Barcelona y otras muchas de la misma entidad).

### Descripción del Sistema BLADE Pro 3D GPS

El sistema GPS 3D es una evolución del sistema BLADE Pro 3D y básicamente supone un cambio en el sistema de posicionamiento de su antecesor, lo que significa el cambio de la estación total por un equipo GPS RTK, consiguiendo las indiscutibles ventajas que el GPS está demostrando en la ejecución de la obra civil.

Tras la calibración GPS, las coordenadas obtenidas con estos equipos permiten trabajar con las máquinas con idéntica homogeneidad de co-



ordenadas que con estación total. Aún más, existe una compatibilidad total con los receptores de topografía, utilizándose indistintamente las bases GPS de maquinaria y de topografía para ambas aplicaciones. Esto permite llegar a la obra y "enganchar" con las soluciones de bases que la topografía esté utilizando, manteniendo así las mismas calibraciones y asegurando la homogeneidad de resultados y supervisión de la oficina técnica de obra.

La señal enviada por los satélites (21 en trabajo + 3 de reserva), es recibida por la base MS750 y por el MS860 en la máquina. En tiempo real la base transmite, por radiofrecuencia, las observaciones al equipo de

máquina, el cual compara todas las observaciones de ambos receptores y calcula, a través de un procedimiento estadístico, la mejor posición, atenuando los errores que provienen de la desaceleración de la señal al atravesar las capas de la atmósfera, efecto rebote de la señal, errores de precisión de los relojes de los receptores de tierra, etc.

Como característica técnica de los receptores, es importante destacar que los equipos son capaces de dar 20 posiciones por segundo con un retardo inferior a 20 ms (baja latencia), esta característica es muy importante para aplicaciones dinámicas, como las necesarias en movimiento de tierras.

Una vez calculadas las coordenadas del receptor, se transmiten al ordenador de a bordo, el cual las compara con el proyecto geométrico almacenado en la memoria PCMCIA e indica al sistema hidráulico de la máquina cómo deben actuar para posicionar la cuchilla conforme a la rasante teórica almacenada.

Este sistema permite cerrar la automatización de maquinaria desde el principio de la obra (desbroce, terraplenes, etc.) hasta el refinado de capas de firmes, haciendo avanzar a las empresas de construcción hacia las metas de calidad y seguridad que se fijan y que, cada día más, se imponen en obra desde los organismos oficiales.

Para obtener más información, dirigirse a INTRAC, Tel. 902 103 925.

## NUEVA VERSIÓN DEL SISTEMA COLECTOR DE DATOS TPS DATAPRO DE LEICA GEOSYSTEMS

Leica Geosystems acaba de lanzar al Mercado una nueva versión de su muy conocido sistema colector de datos TPS DataPRO. El nuevo TPS DataPRO 2.10 proporciona nuevas posibilidades de toma de datos y cálculo al software interno de los equipos Leica y, lo más importante, los datos salen directamente en los formatos utilizados por Autodesk Land Development Desktop FBK y CAiCE. La salida en estos dos formatos tan utilizados, elimina la necesidad de realizar cambios de formato en los datos, con el gasto que ello conlleva. El sistema también tiene salida directa a Carlson, Geopak, C&G, Liscad, SDR y otros paquetes de software.

TPS DataPRO Versión 2.10 funciona en todas las Estaciones Totales Leica TPS1100 y contiene todos los elementos necesarios para trabajar sin reflector, en modo automático o realizar operaciones robotizadas, incluyendo el controlador remoto exclusivo de Leica RCS1100.

En la presentación del TPS DataPRO 2.10, el Vicepresidente de Leica Geosystems, Hugh Baertlein, dijo: *"La capacidad para escribir directamente en los formatos de datos nativos es un importante paso en la toma de datos. Eliminando la necesidad de transformar y convertir los datos, TPS DataPRO produce un notable ahorro en tiempo y dinero y elimina la posibilidad de perder dichos datos"*.

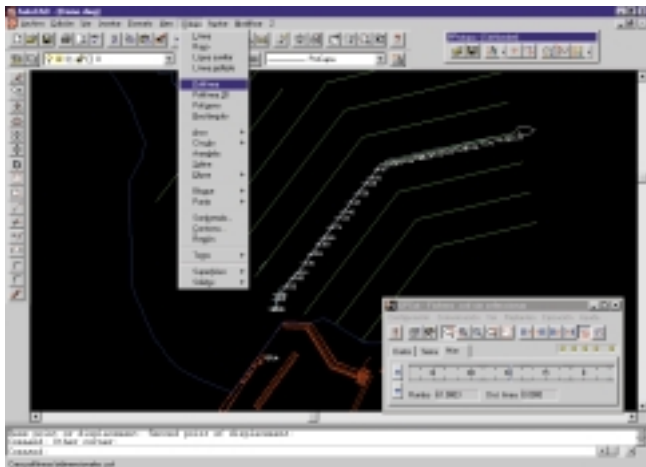
Otras mejoras incluidas en el TPS DataPRO son la inclusión de cálculo y almacenaje de coordenadas de puntos transversales durante las operaciones topográficas, ajuste rápido de puntos, nuevas posibilidades de almacenaje de coordenadas de puntos, presentación en pantalla de datos complementarios para mediciones anteriores y un programa de navegación.



TPS DataPRO utiliza la misma base de datos que otras aplicaciones similares de Leica, facilitando la realización de operaciones de forma integrada con colectores de datos. Además de admitir los formatos más extendidos, Leica TPS1100 proporciona rutinas de conversión de datos para listas de coordenadas en formatos RW5 y ASCII.

Los usuarios actuales de TPS DataPRO pueden obtener gratuitamente la actualización a esta nueva versión contactando con su servicio oficial Leica Geosystems o bajándose de la página web [ftp://ftp.leicaatl.com/geo/tps/Total\\_Stations/TPS1100/apps/DataPRO](ftp://ftp.leicaatl.com/geo/tps/Total_Stations/TPS1100/apps/DataPRO), donde todas aquellas personas interesadas en ello pueden obtener más información.

## PROCAD: APLICACIÓN DE DISEÑO ASISTIDO PARA ORDENADORES DE BOLSILLO



La empresa MICROGESA, en su deseo de desarrollar nuevas aplicaciones de Topografía para los ordenadores de bolsillo y no encontrando un sistema de diseño adecuado que las soporte, tipo AutoCad, decidió desarrollar una propia, con lo que surgió PROCAD.

PROCAD es un sistema de diseño asistido con el que se dispone de toda la potencia de AutoCad para trabajar en campo. Incluye múltiples

funciones de dibujo, edición y control de vistas y organización de los datos por capas y colores, lo que permite utilizarlo como libreta gráfica de campo, para dibujar croquis y planos, hacer anotaciones en el dibujo, hacer modificaciones en los planos del proyecto en la misma obra y muchas otras aplicaciones de Topografía y Arquitectura.

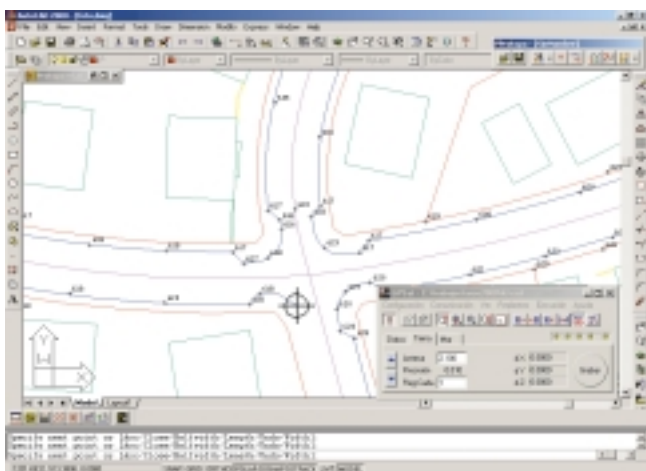
PROSAT es la primera aplicación desarrollada por MICROGESA integrada en PROCAD para trabajar con GPS, sondas, etc.

PROSAT consiste en la unión de un navegador GPS y un CAD. Con PROSAT podemos ir alternando el dibujo manual con la captura automática de datos GPS y de sondas. Gracias al gestor de mapas, navegaremos automáticamente de mapa en mapa, atendiendo a la posición del GPS, optimizando de esta forma la memoria.

Entre otras aplicaciones, PROSAT es perfecto para navegación, levantamientos topográficos, replanteos, control de obra, control de rutas y batimetrías, siendo además totalmente compatible con todos los GPS y tarjetas PCMCIA-GPS del mercado.

Para obtener más información tanto sobre PROCAD como sobre PROSAT, dirigirse a MICROGESA, C/ Jacometrezo, 15 - 4º, 28013 Madrid; tel. 915422471; fax 915471457; e-mail: info@microgesa.es.

## NUEVA VERSIÓN DEL PROGRAMA GPSat DE MICROGESA



El usuario verá en pantalla un bloque de AutoCad que se va moviendo atendiendo a la posición que le llega del GPS, y mediante el bote "grabar" registrar la posición en AutoCad y dibujar cualquier entidad que se desee. Mientras GPSat se encarga de capturar las posiciones presentando su precisión, el usuario puede trabajar en AutoCad libremente. Al final obtendremos una nube de puntos junto con toda una cartografía que hemos podido ir uniendo, así como un fichero con las coordenadas de todos los puntos.

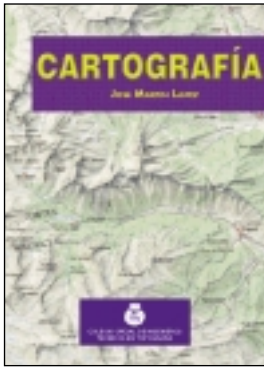
En esta nueva versión se amplían las posibilidades de trabajo mediante la implantación de una herramienta especial para levantamientos terrestres, con nuevos métodos de replanteo y diversas herramientas para trabajar en obras, canteras, batimetrías, etc. También se ha añadido una nueva pantalla de rumbos para batimetría.

GPSat es un programa integrado en AutoCad para PC, que se encarga de comunicarse con GPS y otros instrumentos, tales como sondas o distanciómetros, para recibir información de posición, cota, distancia, etc., y que está diseñado para levantamientos topográficos, actualización cartográfica, replanteo, navegación y levantamientos batimétricos.

El GPS emite mensajes estándar NMEA de latitud y longitud WGS84 con la latitud al ordenador (puerto serie RS232). Estos mensajes son recogidos por el programa GPSat, que los convierte en coordenadas X e Y WGS84, que se pueden transformar a cualquier otros sistema de referencia, todo esto en tiempo real.



# Libros Técnicos



Título: **Cartografía**  
Autor: José Martín López

33,10 € Ref. 701  
(24,10 € colegiados y alumnos E.U.I.T.T.)



Título: **Las series del mapa topográfico de España a Escala 1:50.000**  
Autores: Luis Urteaga y Francesc Nadal

21,03 € Ref.: 038



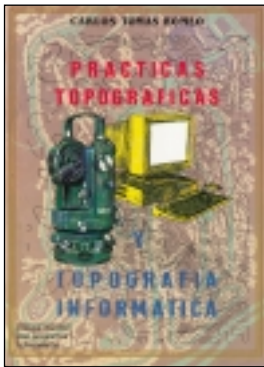
Título: **Cartógrafos Españoles**  
Autor: José Martín López

27,10 € Ref.: 021



Título: **La aventura de lo imposible: Expediciones Marítimas Españolas**  
Autor: Salvador Bernabéu

59,20 € Ref. 039



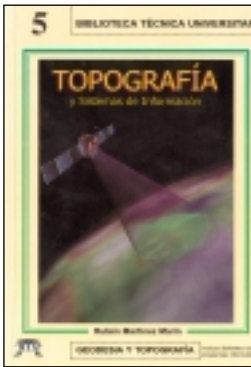
Título: **Prácticas Topográficas y Topografía Informática**  
Autor: Carlos Tomás Romeo

33,10 € Ref.: 6004



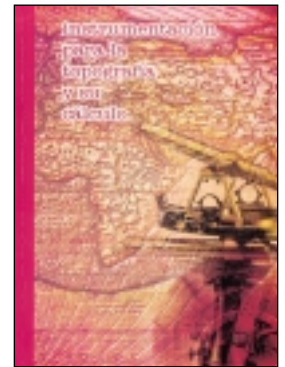
Título: **Programas Informáticos de Topografía**  
Autor: Carlos Tomás Romeo

21,10 € Ref. 6005



Título: **Topografía y Sistemas de Información**  
Autor: Rubén Martínez Marín

18,10 € Ref.: 6006



Título: **Instrumentación para la Topografía y su cálculo.** Autor: Ignacio de Paz

26,75 € (+CD por 33,70 €)  
Ref. 7001



Título: **Problemas de Fotogrametría I**  
Autor: José Lerma García

9,70 € Ref.: 5001



Título: **Problemas de Fotogrametría II**  
Autor: José Lerma García

11,10 € Ref.: 5003



Título: **Problemas de Fotogrametría III**  
Autor: José Lerma García

8,50 € Ref.: 5002



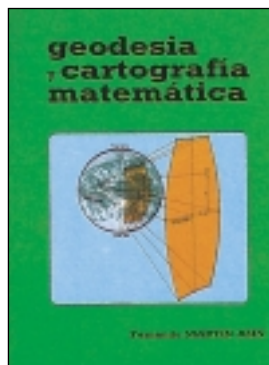
Título: **Aerotriangulación: Cálculo y Compensación de un bloque fotogramétrico**  
Autor: José Lerma García

23 € Ref.: 5004



Título: **Geodesia (Geométrica, Física y por Satélites)**  
Autores: R. Cid Palacios y S. Ferrer Mtnuez.

24,10 € Ref.: 030



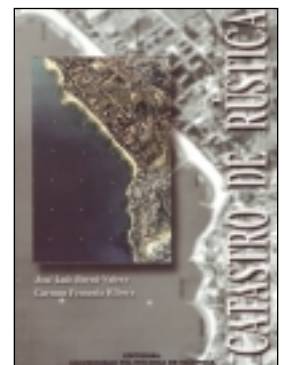
Título: **Geodesia y Cartografía Matemática**  
Autor: Fernando Martín Asín

32 € Ref. 205



Título: **Transformaciones de coordenadas**  
Autores: J. A. Pérez y J. A. Ballell

18 € Ref.: 6007



Título: **Catastro de Rústica**  
Autores: José Luis Berné Valero y Carmen Femenia Ribera

25,25 € Ref. 5005



Título: **Topografía subterránea**  
 Autor: Ana Tapia Gómez

12,10 € Ref. 801



Título: **Topografía de obras**  
 Autor: Ignacio de Corral Manuel de Villena

24,10 € Ref. 802



Título: **Fundamentos Teóricos de los Métodos Topográficos**  
 Autor: Alonso Sánchez Ríos

15,70 € Ref. 6002



Título: **Problemas de Métodos Topográficos (Planteados y Resueltos)**  
 Autor: Alonso Sánchez Ríos

15,70 € Ref. 6003



Título: **Introducción a las Ciencias que estudian la Geometría de la Superficie Terrestre**  
 Autores: JJ. de San José, J. García y M. López

30,10 € Ref. 6001



Título: **Tratado de Topografía 1**  
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné

42,10 € (36,10 € coleg.) Ref. 2001



Título: **Tratado de Topografía 2**  
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné

51,10 € (42,10 € coleg.) Ref. 2002



Título: **Tratado de Topografía 3**  
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné

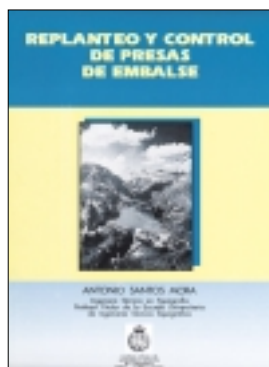
36,10 € (30,10 € coleg.) Ref. 2003

Los tres volúmenes: 129,22 € (90,15 € colegiados)



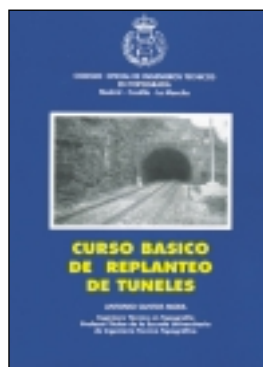
Título: **Topografía y Replanteo de Obras de Ingeniería**  
 Autor: Antonio Santos Mora

33,10 € Ref. 301



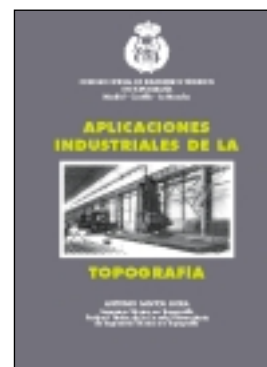
Título: **Replanteo y control de presas de embalse**  
 Autor: Antonio Santos Mora

12,10 € Ref. 302



Título: **Curso básico de replanteo de túneles**  
 Autor: Antonio Santos Mora

9,10 € Ref. 303



Título: **Aplicaciones Industriales de la Topografía**  
 Autor: Antonio Santos Mora

19,25 € Ref. 305

**Boletín de Pedido a la Revista TOPOGRAFIA y ARTOGRAFIA**

Avda. de la Reina Victoria, 66, 2.º C - 28003 Madrid  
 Teléfono: 91 533 89 65 - Fax: 91 533 46 32

N.º Ref.	Cantidad	Título	Precio unitario	Total

Gastos de envío (3 € Europa, para otros países consultar)

Nombre .....  
 Dirección ..... Tel. ....  
 Ciudad ..... Provincia ..... C.P. ....

Forma de pago:  talón nominativo  giro  transferencia  
 Remitir justificante de giro o transferencia.

NOTA: Estos precios son con IVA incluido.

# Bibliografía

## Redes Topométricas

Juan Pedro Carpio Hernández

Bellisco Ediciones

Madrid, 2001

422 + X págs. 22,83 € (IVA incluido)



El presente libro tiene su origen en los apuntes recopilados por su autor en el transcurso de su actividad docente como profesor de la asignatura Redes Topométricas, que imparte en el segundo curso de Ingeniería Técnica Topográfica en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

El libro recoge no sólo el temario de la citada asignatura, sino también otras materias afines e importantes para el estudio de las Redes

Topométricas, todo ello dividido en tres bloques: Métodos Topográficos, Redes Topométricas y Aplicaciones.

En el primer bloque se realiza un repaso, en quince capítulos, de los métodos topográficos clásicos y del GPS, como herramientas fundamentales para la determinación de las redes topométricas, destacando siempre el procedimiento más operativo y preciso, dejando de lado otros, generalmente anacrónicos o poco utilizados.

En el segundo bloque se utilizan estas metodologías para observar y calcular determinados tipos de proyectos, consistentes en la determinación o replanteo de puntos a partir de la determinación de una o varias redes. Se estudian métodos como la triangulación y la trilateración, consideradas como un encadenamiento de intersecciones directas, inversas y mixtas. En este bloque, donde el control de errores y su compensación son tan importantes, se hace una aproximación al método de mínimos cuadrados en sus conceptos básicos y de manera práctica, ofreciendo distintos ejemplos.

En el tercer bloque se describen algunas aplicaciones de las redes topométricas, analizando los distintos campos de actuación y los condicionantes que determinan la implantación de estas redes: redes de control y creación de nueva cartografía, redes para el control de ingeniería civil, apoyo fotogramétrico, etc..

## Utilización de la vibración ambiental como fuente de excitación para el cálculo de periodos fundamentales de edificios

Fortunato Espinoza, José A. Canas, Luis G. Pujades,

Oriol Caselles y Ulises Mena

IGN

Madrid, 2000

108 págs. 12,00 € (IVA incluido)



Recientes crisis sísmicas han puesto de manifiesto que unas de las causas del enorme poder destructivo de los terremotos es la vulnerabilidad de los edificios y construcciones existentes en las zonas donde éstos se producen, debido a su respuesta dinámica e incapacidad para resistir las acciones que sobre ellos ejerce un sismo. Por lo tanto, los efectos directos de un terremoto sobre las personas están condicionados por la calidad de los edificios en que residen o desarrollan su labor. Por lo

tanto, es imprescindible conocer, aunque sea a niveles aproximados o básicos, el comportamiento de los edificios cuando se encuentran sometidos a acciones dinámicas.

El presente libro, fruto de la colaboración de la Universidad Autónoma de Baja California (México), la Universidad Politécnica de Cataluña y el Instituto Geográfico Nacional, es el resultado de un estudio pionero en España, y constituye una contribución al conocimiento del comportamiento dinámico de los edificios de Barcelona, conteniendo elementos metodológicos y de aplicación importantes que permitirán su aplicación a áreas de sismicidad elevada, en los que el estudio del comportamiento dinámico de los edificios es más importante y urgente.

La obra está estructurada en cinco capítulos, siendo el primero de introducción. El capítulo 2 se dedica a la descripción de los conceptos básicos utilizados en el estudio y a la revisión de la bibliografía más relevante sobre el tema tratado. El capítulo 3 está dedicado a los aspectos metodológicos, haciendo especial hincapié en el método propuesto para las peculiaridades de la medición de periodos propios de estructuras de grandes ciudades situadas en zonas de escasa sismicidad y de elevado ruido cultural, así como en el procesado de las señales adquiridas. En el capítulo 4 se analizan las formas en que las normativas sísmicas dan instrucciones para el cálculo de los periodos propios, viéndose la necesidad de estudios específicos que tengan en cuenta las características constructivas de cada ciudad y obteniéndose fórmulas específicas para la ciudad de Barcelona. En el capítulo 5 se aborda un problema complejo pero también importante, como es el de la interacción suelo-estructura.

Los contenidos de este trabajo permitirán conocer mejor el nivel de riesgo de las edificaciones y, por tanto, serán útiles para prevenir y minorar los efectos catastróficos de los terremotos.

# Indice Comercial de Firmas



**AL-TOP**  
TOPOGRAFIA, S.A.  
TOPO CENTER®

ALQUILER Y VENTA DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS EQUIPOS Y SISTEMAS PARA TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

SERVICIO TECNICO OFICIAL PARA ESPAÑA DE:



C/ BOFARULL, 14, BAJOS 1ª  
TEL. 93 340 05 73 - FAX 93 351 95 18  
08027 BARCELONA

**BATIMETRÍAS**

- Levantamientos hidrográficos: marítimos o fluviales. Perfiles. Control obra marítima.
- Posicionamiento de dragados o vertidos.
- Toma de muestras georreferenciadas.

Embarcación propia, con GPS dif., Sonda y soft. de navegación

**CB-TOP** Casanovas-Berge Asoc.

C/ Trullols, 10 Ent. 2ª Barcelona (08035)  
Tel.: 93 418 66 02 Fax : 93 487 10 87  
Móviles: 629 34 16 26 / 630 02 47 01  
E-mail: rodolfo.berge@upcnet.es



INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS  
SERVICIO TÉCNICO

Balmes, 6 08007 BARCELONA  
Tel. 93 301 80 49 Fax 93 302 57 89



**Trimble Ibérica, S.L.**

Vía de las Dos Castillas, nº 33  
ATICA. Edif. 6, Planta 3ª  
28224 Pozuelo de Alarcón  
Madrid - Spain  
Tel 91 351 01 00 • Fax 91 351 34 43  
E-mail: ana\_santos@trimble.com  
<http://www.trimble.com>

**EDEF**

**Estudio de Fotogrametría**

Marqués de Lema, 7  
Tel. 91 554 42 67  
28003 MADRID

**LEICA GEOSYSTEMS, S.L.**

**Geodesia, Topografía, Fotogrametría y Sistemas**

Oficina y Asistencia Técnica Edificio Oasis

C/. Gustavo Fernández Balbuena, 11  
28002 MADRID  
Tel. 91 744 07 40 - Fax 91 744 07 41

C/. Nicaragua, 46, 5ª planta - 08029 BARCELONA  
Tel. 93 494 94 40 - Fax 93 494 94 42



**CENTRAL 902 19 01 22**  
**ANDALUCÍA 958 45 14 03**  
**LEVANTE 963 58 14 94**  
**GUIPÚZCOA 943 37 61 16**

<http://www.geocenter.es>

DISTRIBUIDOR OFICIAL VENTA Y ALQUILER



**TOPCON ESPAÑA, S.A.**

**Instrumentos Topográficos**

Frederic Mompou, 5 - Ed. EURO-3  
08860 S. JUST DESVERN (Barcelona)  
Tel. 93 473 40 57 - Fax 93 473 39 32

Avenida de Burgos, 16 E, 1.º  
28036 MADRID  
Tel. 91 302 41 29 - Fax 91 383 38 90

**ATICSA**

Distribuidor Oficial

**Leica** INTERGRAPH TCP-IT  
Geosystems

**Venta y Alquiler de Material Topográfico**

C/ Servando González Becerra, Local 25 (Plaza de las Américas)  
Tel. 924 23 13 11 - Fax 924 24 90 02 - [www.aticsa.net](http://www.aticsa.net) 06011 BADAJOZ



**SANTIAGO & CINTRA**

Distribuidor GPS  Trimble

Calle José Echegaray, 4 - P.A.E. Casablanca B5  
28100 Alcobendas (Madrid)  
Tel. 902 12 08 70 - Fax 902 12 08 71  
e-mail: scintra@mad.servicom.es

**GRAFINTA, S.A.**

**Topografía, Geodesia, Dibujo**

Avda. Filipinas, 46 - 28003 MADRID  
Tel. 91 553 72 07 - Fax 91 533 62 82

**ACRE**

Alquiler y venta G.P.S.  
Instrumentos Topográficos

Autovía Madrid-Toledo  
925-490839 617 326454  
[www.acresl.com](http://www.acresl.com)




**DATUM**

TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA, S.L.

ALQUILER Y VENTA DE GPS ESTACIONES TOTALES Y ACCESORIOS

Cristóbal Bordiú, 35  
Tel. 91 535 33 72  
Fax 91 535 33 84  
28003 Madrid  
[datum@arrakis.es](mailto:datum@arrakis.es)




**LASER RENT**

ALQUILER DE APARATOS DE TOPOGRAFÍA Y LÁSER

José Echegaray, 4. P.A.E. Casablanca I B5  
28100 Alcobendas (Madrid)  
Tel. 902 103 930 • Fax 902 152 569  
e-mail: [centro@laserrent.es](mailto:centro@laserrent.es) • [www.laserrent.es](http://www.laserrent.es)