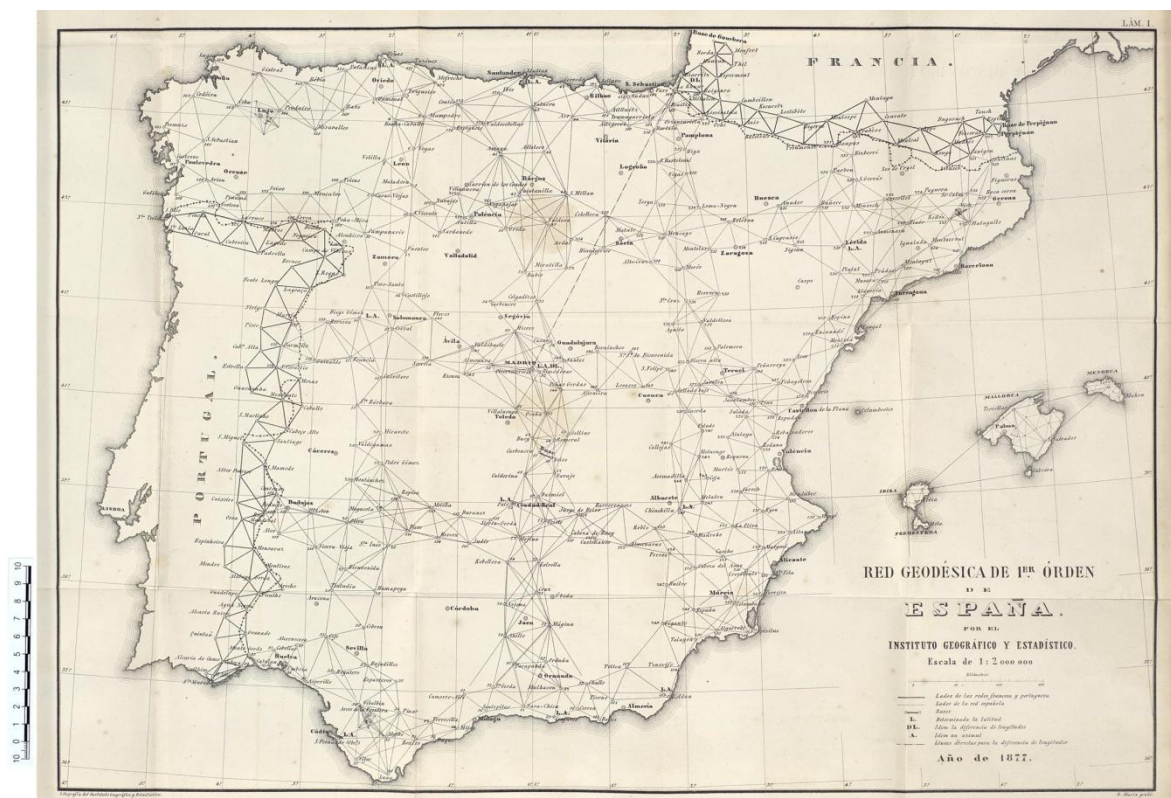


MAPA DE LA RED GEODÉSICA DE PRIMER ORDEN DE ESPAÑA. Escala 1/2 000.000 Año 1877

Carlos Almonacid Ramiro - SCUAM
24-05-2016



Original en: Cartoteca Rafael Mas de la UAM.

Ficha

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y DOCUMENTAL

TÍTULO COMPLETO RED GEODÉSICA DE PRIMER ORDEN DE ESPAÑA.

AUTOR

El Instituto Geográfico y Estadístico. Este organismo había sido fundado en 1870, recogiendo las competencias y todos los trabajos previos sobre el mapa de España que incluían las operaciones geodésicas y las catastrales¹.

FECHA DE EDICIÓN 1877

ORGANISMO
PRODUCTOR / EDITOR

El Instituto Geográfico y Estadístico en cuyo taller litográfico se imprimió el mapa. Su director, hasta 1889, fue el ingeniero militar Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (Barcelona 1825 –Niza 1891).

AUTORES
SECUNDARIOS

Litografía del Instituto Geográfico y Estadístico. Grabado por R.Marín.

Los trabajos geodésicos recogidos en este mapa fueron iniciados por la Junta Directiva del Mapa de España en 1854², presidida por el Jefe del Depósito de la Guerra, Manuel Monteverde. La Comisión de Estadística del Ministerio de Fomento recibió todas las competencias cartográficas, incluida la geodesia, en 1859. En la misma ley se indicaba que los ingenieros militares seguirían encargándose de las triangulaciones geodésicas de primer y segundo orden³. En 1861, la Comisión pasó a denominarse Junta de Estadística y reforzó sus competencias, siendo Francisco Coello su cartógrafo más importante⁴. No obstante, sus trabajos geodésicos continuaron recayendo en los oficiales del ejército. Con el Decreto de julio de 1866, que vació de contenido a la Junta de Estadística, todas las competencias sobre el Mapa de España retornaron al ministerio de la Guerra⁵. Los trabajos geodésicos y los ingenieros militares que los realizaban volvieron a depender del Depósito de la Guerra hasta 1870, cuando se constituyó el Instituto Geográfico. Podemos decir que, hasta 1876, los trabajos geodésicos de la red de primer orden fueron realizados exclusivamente por oficiales de los Cuerpos facultativos del Ejército: Estado Mayor, Artillería e Ingenieros. En 1870, eran

	doce los oficiales geodestas adscritos a esta tarea ⁶ .
ESCALA Y UNIDADES:	Escala 1:2 000.000. Escala gráfica de 0 a 150 kilómetros.
ÁMBITO REPRESENTADO	Península Ibérica y Baleares. Las redes geodésicas portuguesa y francesa solo se representan en sus zonas fronterizas con España.
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS	Todo el mapa se representa en una sola hoja.
TIPO DE DOCUMENTO ORIGINAL	Litografía en papel a una sola tinta.
TAMAÑO ORIGINAL	41,65 x 59,9 cm, en una hoja de papel de 43,37 x 62,1 cm
ELEMENTOS CARTOGRAFIADOS Y TIPO DE REPRESENTACIÓN	<p>Mapa a pequeña escala, semejante a un esquema o cartograma, con el objetivo de resumir los avances en el establecimiento de la red geodésica española. Sobre un mapa muy simplificado formado por la línea de costa, las fronteras estatales y las poblaciones de mayor relevancia, se representan únicamente los elementos constitutivos de la red geodésica de primer orden: los vértices y los lados de los triángulos observados y las bases geodésicas medidas. Los vértices geodésicos se rotulan con su nombre y un número consecutivo de identificación. En los vértices fundamentales se indican los métodos de asignación de sus coordenadas mediante un código alfabético recogido en la leyenda del mapa.</p> <p>Se muestran las cadenas fundamentales de la red, cuya observación había sido culminada en 1875⁷. También se representan las triangulaciones de las Baleares, realizadas por el propio Ibáñez de Ibero entre 1865 y 1870⁸. Se recogen, además, las bases geodésicas medidas hasta ese momento: la base central de Madrilejos, obra muy reputada de Ibáñez, y las complementarias de Lugo, Arcos de la Frontera y Vic⁸.</p>
FECHA DE LOS DATOS	De 1854 a 1877. La entonces recién creada Junta Directiva del Mapa de España inició las observaciones de la red geodésica en 1854. Los trabajos de medición y comprobación de la base de

	<p>Madrideos se llevaron a cabo entre 1857 y 1859⁹. A partir de 1860 se realizaron las observaciones de los vértices de las cadenas de triángulos fundamentales, representadas en el mapa, que culminaron quince años más tarde. Después de 1875 se añadieron al sistema otras bases geodésicas complementarias, en 1877 se acababan de terminar los trabajos de la base de Vic¹⁰. Las operaciones geodésicas continuaron después de la publicación de este mapa. En 1879 se añadieron dos bases más en Olite y en Cartagena, Todas las bases secundarias se unieron a la triangulación mediante redes auxiliares y se fueron ultimando las observaciones de toda la red que se completó definitivamente en 1915¹⁰.</p>
<p>SISTEMA DE PROYECCIÓN ORIGINAL</p>	<p>No se expresa en el mapa. Sus meridianos son líneas rectas parece que convergentes. Los paralelos son circulares, están casi igualmente espaciados y pueden ser concéntricos. Se trata de una proyección cónica o pseudocónica¹¹ que podría ser la de Bonne, muy utilizada en esa época. El meridiano central de la proyección es el de Madrid, situado en el observatorio astronómico a 3°41'16,58" al oeste de Greenwich¹².</p>
<p>DATUM/FIGURA DE REFERENCIA</p>	<p>No se indica. Hemos obtenido buenos resultados de georreferenciación utilizando el elipsoide de Struve, empleado por el Instituto Geográfico en el Mapa Topográfico Nacional desde el inicio de su publicación en 1875¹³.</p>
<p>RETÍCULA Y MARCO GRADUADO. MERIDIANO ORIGEN</p>	<p>Malla de meridianos y paralelos de 1°. Marco sin subdivisiones. Origen de latitudes en el Ecuador y de longitudes en el Meridiano de Madrid.</p>
<p>MÉTODOS DE POSICIONAMIENTO Y FUENTES DE INFORMACIÓN</p>	<p>La precisión no es el objetivo principal de un mapa a tan pequeña escala. Sin embargo, los datos recopilados en él son una representación esquemática de los primeros trabajos geodésicos rigurosos que lograron cubrir por completo la superficie de la España peninsular y de las islas Baleares. Estos trabajos se realizaron cumpliendo con todas las exigencias de la geodesia de la época en lo referente a la metodología y al instrumental empleado. Las observaciones y cálculos de las cadenas de triángulos y su cierre en una serie de cuadriláteros eran equivalentes a lo que se venía realizando en los países europeos¹⁴. El enlace con las redes de los estados</p>

vecinos queda recogido en el mapa. Se utilizaron teodolitos reiteradores de 1 y 2 segundos de apreciación. Las líneas de base se midieron con extraordinaria exactitud gracias al aparato de medición desarrollado por Ibáñez de Ibero conocido como “Regla española” o “aparato Ibáñez”¹⁵. Este instrumento fue utilizado posteriormente en otros países, incluida Suiza. El mapa recoge las triangulaciones que se habían completado en las Islas Baleares en 1870. Pero, habría que esperar hasta 1884 para que Vicente López Puigcerver enlazara la red del archipiélago con la del continente mediante las observaciones que comenzó en 1881, en las que ya empleó lámparas eléctricas¹⁶.

Las observaciones astronómicas estuvieron a cargo del Observatorio astronómico de Madrid¹⁷.

PROCEDENCIA DEL DOCUMENTO

Cartoteca Rafael Mas de la Universidad Autónoma de Madrid.

DIGITALIZACIÓN

Cartoteca Rafael Mas de la Universidad Autónoma de Madrid.

Servicio de Cartografía de la Universidad Autónoma de Madrid.

Georreferenciación:

- Georreferenciación utilizando la proyección cónica equivalente de Bonne con origen en el meridiano de Madrid y deduciendo mediante comparaciones gráficas que el paralelo estándar sería el de 36°. Se tomó como figura de referencia el elipsoide de Struve de 1860 que el Instituto Geográfico utilizaba para el mapa topográfico nacional.

EDICIÓN
CARTOGRÁFICA DIGITAL

- Se situaron 9 puntos homólogos en cruces de meridianos y paralelos bien distribuidos por la superficie del mapa y se empleó una transformación polinómica de segundo orden en la que se obtuvo un error RMS de solo 317,2 m. Podemos concluir que nuestra deducción del sistema de referencia se acerca mucho a la del mapa original.

- Ajuste mediante triangulación del fichero georreferenciado a una malla teórica de meridianos y paralelos generada numéricamente y coincidente con la

representada en el mapa.

- El fichero se transformó al sistema de referencia UTM huso 30 datum ETRS89.

- Compresión de la imagen final al formato ECW.

Resolución sobre el terreno:

181,9394 m

Ajustes de color:

- Niveles:50–1,30–252

- Máscara de enfoque: cantidad 108%–radio 2,6 píxeles–umbral 5 niveles.

Valoración y Comentarios

La memoria del Instituto Geográfico y Estadístico del año 1880 daba por terminada la primera red geodésica que cubría la España peninsular y las Baleares con vértices de primer orden¹⁸. El Director del Instituto, el ingeniero militar y reputado geodesta Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, podía mostrarse complacido. El enlace del archipiélago balear y el continente se completó cuatro años después¹⁹.

Los trabajos de esta red se habían iniciado en 1854²⁰ a partir de la constitución de la Dirección del Mapa de España el año anterior. Los planteamientos sobre el Mapa de España y su propósito fueron cambiando, influidos por las políticas de distintos gobiernos en los años siguientes. Estas mudanzas provocaron que las competencias para la elaboración del Mapa de España pasaran por varios organismos y que éstos gozaran de mayor o menor apoyo gubernamental. Sin embargo, los trabajos geodésicos mantuvieron una insólita continuidad. Hasta 1876 siempre estuvieron a cargo de Ingenieros militares²¹, a menudo coordinados por el Depósito de la Guerra. En el año 1877, cuando este mapa vio la luz, ya se habían realizado las observaciones de las cadenas de vértices fundamentales, se había medido la base geodésica central en Madridejos, las tres bases de las Islas Baleares y otras tres bases complementarias en Lugo, Arcos de la Frontera y Vic. También se habían resuelto las observaciones astronómicas básicas por parte del personal del Observatorio de Madrid. Este mapa refleja estos avances²².

En realidad, las operaciones geodésicas para el cierre definitivo de la red de primer orden continuaron hasta 1915. Faltaba unir las bases secundarias a la triangulación mediante redes auxiliares y terminar las observaciones en algunos cuadriláteros de los márgenes de la red como el de Cáceres o el de Huesca²³. Por su parte, los trabajos para el establecimiento de la red geodésica de Canarias se llevaron a cabo entre 1925 y 1928²⁴.

Pero en torno a 1880, por fin, la cartografía en España contaba con un armazón básico general en el que fundamentar el posicionamiento de los mapas de la Península. Con una red geodésica prácticamente completa, las campañas cartográficas podían hacer uso de los puntos de apoyo necesarios para sustentar con precisión los datos recogidos y para mantener su continuidad a lo largo de todo el territorio.

Las operaciones de triangulación se habían venido utilizando en España desde mediados del siglo XVIII. El ingeniero militar Antonio de Gaver aplicó esta técnica en los mapas de la frontera con Portugal que dibujó hacia 1750²⁵. En la década de 1780, se emplearon triangulaciones geodésicas en la confección del Atlas Marítimo de Tofiño²⁶. Los marinos, coordinados por la Dirección de Hidrografía, continuaron realizando operaciones geodésicas en las costas españolas a lo largo del siglo XIX para la construcción de cartas náuticas. La misma Dirección de Hidrografía, bajo el mando de Felipe Bauzá, organizó los trabajos para el establecimiento de la primera red geodésica española durante el Trienio Liberal²⁷. Los trabajos de esta primera red se interrumpieron con la invasión del ejército francés que puso fin al Trienio en 1823. Bauzá huyó a Londres junto con muchos de los miembros del gobierno liberal, llevando consigo toda la documentación sobre la nueva red geodésica realizada hasta ese momento. Evitó su caída en manos de los invasores franceses pero allí quedó con él durante su prolongado exilio. Los materiales de Bauzá no volverían a España hasta que Francisco Coello y Pascual Madoz los obtuvieron de su hijo después de 1840²⁸. Analizando las fuentes citadas por Coello en su Atlas de España, encontramos que los trabajos geodésicos coordinados por Bauzá cubrían tres zonas: la más extensa ocupaba el oriente de Asturias, Santander, las provincias vascas, el norte de la provincia de Burgos, la de Logroño y, muy probablemente, Navarra y el norte de Soria; la siguiente se extendía por la provincia de Madrid, la de Ávila y parte de la de Segovia; y, la tercera, comprendía la provincia de Cádiz. No hemos analizado su posible extensión en las provincias del sur de España no publicadas en el Atlas de Coello.

Otra importante operación geodésica realizada en España a finales del siglo XVIII y principios del XIX fue la prolongación del meridiano de Dunkerke con objeto de establecer la dimensión del metro²⁹. Las triangulaciones del sector sur del meridiano se iniciaron en Cataluña en 1792. Fueron encomendadas al geodesta Pierre Mechain por la Academia de Ciencias de París, contando con el apoyo del gobierno español. Se prolongaron hasta 1808, al inicio de la Guerra de la Independencia, cuando François Arago estaba concluyendo las operaciones en las Baleares. En este caso, los trabajos quedaron prácticamente cerrados, se pudo obtener un valor para el metro y la red geodésica creada quedó dispuesta para su utilización, cubriendo buena parte del arco mediterráneo español desde Cataluña al archipiélago balear.

Al otro lado de la Península, Domingo Fontán, entre 1817 y los primeros años de la década de 1830, estableció una completa red geodésica para la construcción de su Carta Geométrica de Galicia. Además, durante la primera mitad del siglo XIX, en distintas fechas y con autores muy diversos, se realizaron otras triangulaciones de menor extensión. En las fuentes de los mapas provinciales del Atlas de Coello encontramos citadas las operaciones trigonométricas realizadas por el ejército francés en torno a Madrid, algunas triangulaciones en las inmediaciones de Valladolid, las operaciones geodésicas de Víctor de Munibe para su mapa de la provincia de Vizcaya, la de Agustín Canellas en la provincia de Barcelona y las vinculadas a los mapas geológicos de León y Madrid.

Pero la heterogeneidad de todas estas redes, su evidente discontinuidad y la gran extensión de las zonas no cubiertas por ellas restaban validez a sus datos. Resultaba imposible enlazarlas y compensarlas con el rigor exigible en geodesia. Coello construyó sus mapas provinciales a partir de todas ellas y, consecuentemente, la precisión de su Atlas quedó muy comprometida.

Solo a partir del establecimiento de la red geodésica representada en este mapa se pudo contar con una base rigurosa de posicionamiento común para sustentar la cartografía en España. El territorio peninsular quedaba cubierto por una malla formada por diez cadenas de triángulos cuyos vértices estaban separados unos 40 kilómetros³⁰. Cuatro cadenas seguían la dirección norte-sur, aproximadamente sobre los meridianos de Lérida, Pamplona, Burgos y León. Eran cruzadas transversalmente por otras tres cadenas sobre los paralelos de Soria, Madrid y Badajoz. Finalmente, se completaba la malla con otras tres cadenas que seguían el trazado de las costas, de tal manera que quedaban cerrados una serie de grandes cuadriláteros entre ellas.

Referencias

1. Gaceta de Madrid núm. 257, de 14/09/1870, páginas 1 a 2. Consultado en <http://www.boe.es>.
2. Nadal, F. y Urteaga, L. (1998). Francisco Coello en la Junta de Estadística. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, julio –diciembre 1988, nº 169, pp. 209-230, p.215.
3. Nadal, F. y Urteaga, L. (1998). Francisco Coello en la Junta de Estadística. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, julio –diciembre 1988, nº 169, pp. 209-230, p.217.
4. Martín López, J. (1998) Primer Centenario. Francisco Coello. Su vida y su obra. 1822-1898. Madrid, Centro Nacional de Información Geográfica, 162pp, p.73.
5. Nadal, F. y Urteaga, L. (1998). Francisco Coello en la Junta de Estadística. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, julio –diciembre 1988, nº 169, pp. 209-230, p.227.
6. Martínez Utesa, M.C. (1995). Ciencia y milicia en el siglo XIX español. El general Ibáñez e Ibáñez de Ibero. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. Consultada en <http://eprints.ucm.es>, p.192.
7. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.25.
8. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.24.
9. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.22-23.
10. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.25.
11. Alves Gaspar, J. (2000). Cartas e Projecções Cartográficas. Lisboa, LIDEL, Coleção Geomática, p.275, Tabela para a identificação das projecções.

12. Aplicación ArcGis-ArcMap 10.0. Copyright © 1999-2010 ESRI.
13. Instituto Geográfico Nacional s.f. Cartografía Topográfica. Historia del Mapa Topográfico Nacional. Consultado el 24/05/2016 en <http://www.ign.es>.
14. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.26.
15. Martínez Utesa, M.C. (1995). Ciencia y milicia en el siglo XIX español. El general Ibáñez e Ibáñez de Ibero. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. Consultada en <http://eprints.ucm.es>, p.153 y siguientes.
16. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.24.
17. Núñez de las Cuevas, R. (2004). El general D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero. En M.Cuesta Domingo y M.Alonso Baquer (coord.), Militares y Marinos en la Real Sociedad Geográfica. (pp. 15-36). Madrid. RSG, p.31.
18. Nadal, F. y Urteaga, L. (1998). Francisco Coello en la Junta de Estadística. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, julio –diciembre 1988, nº 169, pp. 209-230, p.215.
19. Martínez Utesa, M.C. (1995). Ciencia y milicia en el siglo XIX español. El general Ibáñez e Ibáñez de Ibero. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. Consultada en <http://eprints.ucm.es>, p.192.
20. Nadal, F. y Urteaga, L. (1998). Francisco Coello en la Junta de Estadística. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, julio –diciembre 1988, nº 169, pp. 209-230, p.215.
21. Martínez Utesa, M.C. (1995). Ciencia y milicia en el siglo XIX español. El general Ibáñez e Ibáñez de Ibero. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. Consultada en <http://eprints.ucm.es>, p.192.
22. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.24-25.

23. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.25.
24. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.52-53.
25. Archivo Cartográfico y de estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército (2000). Catálogo de cartografía histórica de la frontera hispano portuguesa. Madrid, Centro Geográfico del ejército, Ministerio de Defensa. 92 pp. p.13-19.
26. Tofiño de San Miguel, V. (1787). Derrotero de las costas de España en el Mediterráneo y su correspondiente de Africa, para inteligencia y uso de las cartas esféricas. Madrid, Imprenta Real, p. XLVj a LVIIj.
27. Castañón, J.C., Puyo, J.Y. y Quirós F. (2008). La herencia cartográfica y el avance en el conocimiento geográfico de España. En F. Quirós y J.C. Castañón (Eds.), Madrid 1808 – Guerra y territorio – Mapas y planos 1808-1814 (pp. 109-127). Madrid, Museo de Historia, p.123 y 125.
28. Quirós Linares, F. (2010). La cartografía de la metrópoli en el Atlas de España y sus posesiones de Ultramar (1847-1870), de Francisco Coello. Características, fuentes y colaboradores. *Ería*, nº 81 pp.63-92, p.64.
29. Excelente relación de estos trabajos en: Ten, Antonio E. (1996). Medir el metro. La historia de la prolongación del arco de meridiano Dunkerke-Barcelona, base del sistema métrico decimal. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universidad de Valencia-CSIC, 207 pp.
30. Urteaga, L. y Nadal, F. (2001). Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000. Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 397pp, p.22.