

Capítulo 4

El siglo XIX. Después de Jorge Juan.¹

Gracias a nuestros compatriotas la doble expedición de la Academia de Ciencias de París se había salvado. Sin embargo el resultado, aunque claro, todavía no era concluyente. Existían suficientes dudas y perplejidades que hacían aconsejable no elevarlo todavía a verdad científica. Era necesario seguir investigando, trabajando, realizando más y mejores mediciones, y progresando en rigor y calidad tanto en doctrina como en instrumentación. Además, el notable incremento del grado de precisión requerido tropezaba con un nuevo y serio inconveniente, hasta entonces absorbido por la amplia tolerancia de los levantamientos que ya podían llamarse clásicos. Nos referimos a la ambigüedad y difícil materialización de las unidades de medida existentes, y concretamente las de longitud, donde se había generado la aparición de una nueva, la llamada “toesa del Perú” o “toesa de la Academia”, con la utilización por los expedicionarios de dos patrones, uno en cada expedición, no matemáticamente idénticos, lo que no contribuyó precisamente a aclarar las cosas. Se imponía una unificación con vocación universalista y se creó una Comisión por la Academia de París a la que pertenecían las mejores cabezas pensantes de la época (Laplace, Lagrange, Monge,..etc). En ella figuraba por méritos propios Gabriel Ciscar y Ciscar, de Oliva, ingeniero cartógrafo de prestigio mundial. Empezaba a hablarse de una nueva unidad de longitud materializable en una parte alícuota de un arco de meridiano. Tal vez “la diezmillonésima parte de un cuadrante de meridiano”. Y en este último aspecto, y con toda nitidez se perfila una cuestión de máxima prioridad: conseguir un Sistema Métrico eficiente, con unas unidades reproducibles e inalterables. Se anunciaba el Sistema Métrico Decimal. Será motivo más adelante de otra página brillante valenciana.

¹Tomamos los párrafos que siguen de las obras “Compendio de Historia de la Ingeniería Cartográfica” y “Jorge Juan y la Geodesia de la Ilustración. Visión técnica e histórica desde el siglo XXI” Opus cit.

4.1. La página valenciana de José Chaix Isniel y alguno más.

Así las cosas y por la confluencia de todo el conjunto de circunstancias descrito, se decidió avanzar en el trabajo y clarificar la situación volviendo sobre el meridiano de París, prolongando su medición hacia el Sur en el eje Dunkerque – París - Barcelona (1791)², encargándose del trabajo el propio Delambre, ayudado por el eminente geodesta Pierre- François André Mechain.³ Con la debida discreción, pero con firmeza el académico Delambre⁴, autoridad indiscutible en

²Las áreas de Dunkerque y París se localizan ambas entre los 2° y 3° de Long. E. Barcelona entre los 5° y 6° de Long. E. Los responsables de la operación fueron Mechain (1744, 1804) y Delambre (1749, 1822), el cual se convertiría más adelante en su artífice principal. Aunque los trabajos comenzaron a finales de Junio del año 1792, tuvieron que suspenderse ante el paréntesis obligado de la Revolución. Reanudados en 1795, año en que se vuelve a crear la Comisión, los dos astrónomos franceses pudieron continuar su tarea ininterrumpidamente, Delambre se responsabilizó de la parte septentrional y Mechain del segmento más meridional (de hecho inició sus trabajos en Barcelona). La observación de la cadena triangulada, que constaba de 94 triángulos, se prosiguió a partir de 1795 en el punto en que se había suspendido, ultimándose los trabajos de campo en 1798. La determinación de la latitud se logró tras observar varias estrellas que culminaban prácticamente en el cenit de las estaciones, con la disminución consabida de la refracción, sin embargo observaron además las culminaciones de otras estrellas circumpolares, como la Polar, teniendo en cuenta las correcciones necesarias. La orientación de la cadena y su control se logró calculando el acimut astronómico de varios de sus lados en cinco estaciones:

Watten, París, Bourges, Carcassonne y Montjuich, evidenciándose al transmitirlo la calidad de las observaciones. Quedaba pendiente la difícil cuestión del coeficiente de aplanamiento, imprescindible para conocer el desarrollo del cuarto de meridiano. Para ello se compararon los desarrollos de grado obtenidos:

Dunkerque – París.....(57.082,61 T)
 París – Evaux.....(56.978,03 T)
 Carcassonne – Montjuich.....(56.946,62 T), con los previamente conocidos.

Delambre se decidió por el arco de Bouguer aunque no propusiera el coeficiente de aplanamiento así hallado $\alpha = \frac{1}{315}$ sino otro modificado $\alpha = \frac{1}{308}$. No obstante la Comisión Internacional eligió en función de sus cálculos el valor $\alpha = \frac{1}{334}$. De acuerdo con dicho dictamen resulta que los 10.000.000 metros del cuarto de meridiano equivalían a 5.130.740 toesas. En la actualidad la cifra más utilizada es la de 10.001.957 metros (IERS 89).

³Pierre François André Méchain (Laon, 1744 – Castellón,1804). Académico, astrónomo y geodesta de primera línea, discípulo y sucesor de Lalande. Descubrió doce cometas, demostró el carácter planetario de Urano, descubierto por Herschel, y mereció el apoyo y confianza de Delambre en el espinoso asunto de la prolongación del meridiano de París. Localizó y verificó en sus cálculos un error de 3° de cierre en latitud sobre el vértice principal de Barcelona en la triangulación inicial. No consiguió eliminarlo, ni tan siquiera compensarlo con el debido rigor. Con toda seguridad, no fue debido a defecto de proyecto ni mala práctica de observación. Simplemente, hay que culpar a la inadecuada instrumentación de la época, que obviamente era la única disponible, y se le exigía una prestación excesiva. No obstante, no se atrevió a informar del incidente a Delambre y arrastró un vivo sentimiento de culpabilidad hasta su muerte de paludismo en el palacio del Barón de Puebla Tornesa, en Castellón.

⁴Jean Baptiste Joseph Delambre (1749 – 1822). Máxima autoridad en Metrología y Geodesia en la época. Miembro de la Academia, presidió la Comisión del Sistema Métrico Decimal y ordenó e intervino personalmente en la prolongación y medición del meridiano de París hasta Barcelona y Valencia, auxiliado por Pierre Mechain. Director del Observatorio de París, caballero de la Legión de Honor, su curriculum geodésico, astronómico y matemática es interminable.

la época, escribe su obra “Grandeur et Figure de la Terre”⁵, en la que reflexiona sobre la posibilidad de que el arco del norte no alcanzara la precisión defendida por Maupertuis. Y de hecho, poco a poco cayó el descrédito sobre unas observaciones que resultaban más que discutibles. Delambre ensayó formular un elipsoide con los datos de las dos comisiones y el resultado fue poco satisfactorio. Posiblemente fue el primero en ser consciente de que, si la calidad del trabajo de la Comisión de Maupertuis hubiera sido parejo al de la de Jorge Juan, el escenario hubiera cambiado de forma radical.⁶

Como era de esperar, las dos misiones descritas sirvieron de estímulo para toda una serie de observaciones geodésicas, luego continuadas durante los siglos XIX y XX, que si bien no tuvieron tanta repercusión en el gran público, contribuyeron eficazmente a que se comenzase a comprender que la figura de la Tierra era asimilable al elipsoide oblató y que las montañas inducían desviaciones de la vertical⁷, tal como ya había constatado Bouguer durante sus observaciones en las inmediaciones del Chimborazo. A ese conjunto de medidas pertenecen la reobservación del meridiano de París y la del paralelo de Brest, París y Estrasburgo, en las que La Caille (1713- 1762) ideó un nuevo método para medir las diferencias de longitudes, mejorando otro previo debido a Jacques Cassini y su hijo Cassini de Thury, confirmándose con ambas la hipótesis newtoniana. La comprobación de que el aplanamiento polar era simétrico la realizó también La Caille, durante su viaje al Cabo de Buena Esperanza (1752) para practicar observaciones astronómicas y para medir la distancia de la Tierra a la Luna en colaboración con Lalande, otro astrónomo francés que se desplazó a Berlín. Una vez en el Cabo, mediante una triangulación compuesta por cuatro triángulos, apoyados en una base de 6467,25 toesas, calculó el desarrollo del grado, a una latitud media de 33°18' Sur, resultando ser de 57.037 toesas⁸. Puede decirse que con esta expedición de La Caille finalizó la controversia del aplanamiento al inclinarse definitivamente la balanza del lado de los newtonianos.

⁵Jean Baptiste Joseph Delambre “Grandeur et figure de la terre”. Hay una edición de Gauthiers-Villars de París publicada en 1912.

⁶Ensayo de elipsoide Perú-Laponia Particularizando para $\varphi = 0^\circ$ y $\varphi = 66^\circ$ en la expresión de ρ y escribiendo $\rho \cdot d\varphi =$ arco rectificado, con $d\varphi = 0,0174253 =$ arco de 1° en radianes y los valores en metros adoptados por ambas Comisiones, se sigue el sistema

$$a(1 - k^2) \cdot 0,0174253 = 110,697$$

$$a \frac{1 - k^2}{(1 - k^2 \sin^2 66^\circ)^{\frac{3}{2}}} \cdot 0,0174253 = 112,004$$

Que se resuelve inmediatamente, resultando:

$$\text{Excentricidad} = k = 0,0966$$

$$\text{Semieje mayor } a = 6,412.551 \text{ metros}$$

$$\text{Semieje menor } b = 6.382.561 \text{ metros}$$

$$\text{Distancia focal } c = 619.452 \text{ metros}$$

$$\text{Aplanamiento } \frac{(a-b)}{a} = \frac{1}{214}$$

Puede comprobarse fácilmente que los datos de Jorge Juan (Perú) por separado satisfacen cualquier exigencia de la época e incluso moderna. Los de Laponia degradan el resultado final.

⁷La desviación de la vertical es el ángulo formado por la vertical física (línea de la plomada) y la normal al elipsoide. Este fenómeno de la desviación de la vertical ya había sido anunciado también por Newton, quien señaló como causa la falta de homogeneidad de la corteza terrestre.

⁸Un valor erróneo ya que estaba afectado por la desviación de la vertical, según pudo comprobar años después el geodesta inglés Everest (1790-1866).

A pesar de que la opinión científica comenzó a ser unánime a partir de entonces, las medidas de grado continuaron durante casi doscientos años más en orden a afinar resultados y definir elipsoides generales y locales. Entre ellas deben destacarse las del jesuita croata Boscovitch (1711-1787) entre Roma y Rimini, durante el año 1754, con el resultado de 56.973 toesas para el grado y las realizadas por los ingleses Mason y Dixon en el paralelo $39^{\circ}43'$, con un desarrollo cercano a las 233 millas, para resolver los conflictos fronterizos entre propietarios de Pennsylvania y Maryland, en América del Norte, obteniendo la equivalencia entre 1° y 56.888 toesas. También son dignas de mención las que hizo Maskelyne (1732-1811), en Escocia, en los alrededores del Monte Schiehallion, contando con la colaboración de Cavendish. Ante la proliferación de medidas, en algún caso inconexas, D'Alembert y Delambre⁹ reforzaron su insistencia en la necesidad de resolver de una vez por todas y con precisión y rigor científicos, no la definición geométrica básica, que ya era admitida, sino el problema métrico de cifrado de la figura conjunta o zonificada de la Tierra, afirmando que sobre todo a escalas grandes estaba todavía muy lejos de resolverse.

Definitivamente, en 1803 se decide ampliar la triangulación desde Barcelona por la costa hasta Valencia en el Montgó y enlazar con Ibiza. Mechain emprende el viaje y no llega a ultimar su trabajo porque fallece el 19 de Septiembre de 1804 de fiebres palúdicas en Castellón, en el palacio del Barón de la Puebla Tornesa, Fausto Vallés y Vega, aristócrata ilustrado y muy versado en Astronomía que le acogió, ayudó y atendió durante todo el viaje¹⁰.

Pero creemos que viene a colación referirnos a un libro titulado "La medida de todas las cosas", firmado por Ken Alder, Doctor por Harvard según la solapa del volumen, en donde se afirma que ya ha publicado otro¹¹. Corresponde a ese

⁹ Ambos sospechaban por otra parte que dicha figura dependería de la constitución interna del planeta, de su estratificación en capas, de su grado de fluidez, de su historia. Siendo consciente de los resultados de sus propios trabajos y de los previstos para los que estaba desarrollando, añadió que había que saber y esperar hasta que el tiempo procurase nueva luz. La luz llegaría parcialmente a comienzos del siglo XIX con las aportaciones de Gauss (1777-1855), y Helmert (1843-1917), a los que se debe la introducción del geoide del campo gravitatorio y por tanto perpendicular en todos sus puntos a las correspondientes verticales físicas. Mucho más reciente es la ampliación del conocimiento geodésico auspiciado por la era espacial y el consiguiente apogeo de una nueva rama de la Geodesia: la Geodesia global o de satélites, que sin embargo ha venido a comprobar la bondad de los métodos clásicos al evaluar los semiejes y coeficiente de aplanamiento del elipsoide y a concretar, en gran medida, la posición relativa de dicha superficie matemática y de la superficie física del geoide.

¹⁰ Fausto Vallés y Vega, Barón de la Puebla Tornesa y de la Sierra de En Garcerán nació en Castellón en 1762. Alumno de Tomás Vilanova Poyanos, su formación sin embargo fue esencialmente autodidacta. Se conservan de él un trabajo sobre el asteroide Ceres, otro publicado en las Actas de la Sociedad Económica de Amigos del País sobre un eclipse de sol en Valencia en 1803 y diversas observaciones de ocultaciones de estrellas publicadas en la revista local "Variedades de Ciencias, Arte y Literatura". Aficionado también a las Ciencias Naturales, reunió una importante colección petrográfica y mineralógica, junto con un herbario. Consultar también José María López Piñero y Víctor Navarro Brotons "Història de la Ciència al País Valencià". Opus. cit. Pg 348 y sig.

¹¹ Y según la solapa del libro, profesor de Historia en la Universidad de Northwestern. Premio Dexter 1998 a la mejor obra de Historia de la Ciencia con "Engineering the revolution" (1997), publicada por Princetown University Press. No tenemos noticias de la cotización internacional del Premio Dexter.

tipo de publicaciones que a sí mismas se llaman de historia, generalmente de vida efímera en las estanterías de las librerías. El que nos ocupa tuvo buen éxito no hace mucho, narra con profusión de notas a pie de página y dando muestras de manejar una exhaustiva documentación la biografía personal y geodésica de Mechain y dedica amplios pasajes a sus trabajos y fallecimiento en Valencia.¹² Se refiere a Valencia con menosprecio notable y malevolencia y eso es difícil soportarlo impasible. Además pone de zafio, grosero y retrógrado a su entonces arzobispo, el anciano franciscano de 72 años Fray Joaquín Company y Soler. De paso, también arremete contra el padre escolapio, eminente científico ilustrado, fundador de la Escuela de Ingenieros Cosmógrafos, primera relacionada con nuestra especialidad de la Historia de España, Salvador Jiménez Coronado de la que y de quien nos ocuparemos enseguida.

En la monumental “Historia de la Iglesia en Valencia” de Monseñor Vicente Cárcel Ortí, valenciano por supuesto,¹³ se encuentra información copiosa. Sin

¹²Ken Alder “La medida de todas las cosas” Ed. Alfaguara – Taurus Historia. Madrid 2003. Pg. 286-87 “nada estaba listo en España.....El Padre Salvador Jiménez Coronado, Director del Observatorio Real de Madrid odiaba a Francia, odiaba la Revolución Francesa y consideraba el sistema métrico decimal una “mentira fantástica” destinada a corromper la virtud española.....“Estaba bloqueando desde Madrid toda posible ayuda a la expedición. Al fin Mechain contaba con una conspiración real a la que enfrentarse”. Pg. 289 “Al sur Andalucía estaba infestada de fiebre amarilla. Solo en Málaga estaban muriendo trescientas personas al día y la zona de infección crecía. Los ciudadanos más ricos de Barcelona huyeron al campo antes de que se cerrase la ciudad. El gobierno francés desplegó un cordón de soldados a lo largo de la frontera para impedir una incursión de la enfermedad.” En abril de 1804 Mechain llega a Valencia. Pg. 294 y 95. “Una ciudad de llamativas agujas de iglesia y acre polvo amarillo, como invitado de honor en la residencia del Barón de la Puebla, mientras sus amigos españoles libraban la batalla burocrática con el diabólico director Jiménez Coronado.....En las llanuras los sistemas de regadío que databan de época mora irrigaban campos de algodón, naranjales y moreras..... Sobre las peñas paseaban los lagartos, algunos de casi medio metro de longitud y lo bastante feroces para intimidar a los perros.....La laguna de la Albufera, que se comunicaba con el mar a través de compuertas, era tristemente célebre por sus vapores y sus insectos pestíferos..... Como medida precautoria recurrió al Arzobispo de Valencia, un franciscano alto de hábitos manchados por el tabaco, que tenía la costumbre de asestar puñetazos en la cara a los solicitantes cuando se inclinaban a besarle el anillo. ¿Tendría la amabilidad de decir a sus sacerdotes que advirtieran a sus feligreses de que no debían agredir a aquellos hombres extraños que llegaban con extraños instrumentos y encendían luces por la noche en la cumbre de las montañas?” Entonces Monseñor Company tenía ya 72 años de la época. Afortunadamente parece describir complacido el entierro de Mechain. Pg. 302. “Presidían el cortejo el Gobernador Provincial, el Barón de la Puebla, y los miembros de la expedición, seguidos por nobles españoles y oficiales del ejército, expatriados franceses y trescientos monjes. El cortejo fue recibido bajo el pórtico tallado de la catedral por las esposas de los nobles y de los expatriados, todas vestidas de luto”. Qué menos de trescientos monjes y un número indeterminado de esposas enlutadas para agasajar a un invitado en su entierro. Hospitalidad y tradición “super omnia”.

¹³Vicente Cárcel Ortí “Historia de la Iglesia en Valencia”. Arzobispado de Valencia. 1986. Tomo II. Capítulo 1. “La Ocupación Francesa” pg. 505 a 514. Doy por reproducido el capítulo completo. De él se deduce que monseñor Company, arzobispo de Valencia desde 1800 a 1813 fue, en aquella época convulsa, un arzobispo ilustrado, que previamente ocupó importantes cargos en la Orden Franciscana, “estuvo siempre al lado de su pueblo y actuó con una prudencia, inteligencia y buen sentido que algún historiador ha confundido con afrancesamiento”. “la nobleza de su ánimo y su generosidad con los más necesitados se demostró en particular con la epidemia de hambre de 1804”. Efectivamente fue amigo de los franceses, condecorado por el Rey José Bonaparte, y “...la avanzada edad del prelado, que había cumplido los ochenta

embargo, en aras de evitar cualquier sospecha de falta de objetividad, tratemos de completarla en otras fuentes más laicas. Fundamentalmente por lo que respecta a los tiempos de la francesada. Se ha rendido Valencia el 9 de Enero de 1812 y firman la capitulación el general Blake y el mariscal Suchet.¹⁴ Y el resultado es que estamos ante un arzobispo franciscano, valenciano nacido en Penáguila, de familia noble, ilustrado, de extraordinarias virtudes y prendas personales, amado por sus feligreses, Catedrático de Artes por oposición y colaboracionista con los franceses. No se cuantos habría en la España de aquellos tiempos, parece que muy pocos. Posiblemente porque se necesitaba un cierto nivel de inteligencia para preferir a José Bonaparte en vez de al fatídico Fernando VII. Nivel que se encontró por ejemplo en Suecia y Noruega, que optaron como rey por el Mariscal de Napoleón, Bernardotte mejor que por lo que tenían y les ha ido muy bien. A España con Fernando VII le fue... como le fue. En cualquier caso,

y un años y los trabajos y sinsabores minaron su existencia y falleció en 13 de febrero de 1813. Su entierro fue una manifestación popular de gratitud al prelado tanto por parte de los valencianos como de los invasores.” “Su muerte evitó que se le procesara por colaboracionismo, por no haber querido abandonar la diócesis como otros prelados que se retiraron a Mallorca y se unieron a los obispos y arzobispos procedentes de territorios ocupados por los franceses. A quien le criticaba Company respondió recordando la parábola evangélica del buen pastor que no abandona a su rebaño en el momento de peligro”.

¹⁴Modesto Lafuente “Historia General de España”. Tomo 17. Montaner y Simón Editores. Barcelona 1889, pg. 223. “Hasta el 14 de Enero no hizo Suchet su entrada pública en Valencia. Doloroso es decirlo y dura para el historiador la obligación de contarlo. Una comisión numerosa salió a recibirle y al presentársele le dirigió una alocución a cuyos humildes términos cuesta trabajo hallar una disculpa en las circunstancias. No siguió más noble conducta el clero secular, y el arzobispo Company, franciscano que durante el sitio había estado escondido en Gandía, volvió a Valencia después de conquistada la ciudad y dio el funestísimo ejemplo de esmerarse en adular y obsequiar a los conquistadores”. Otro sí: Nuestra Historia. Tomo VI. Mars Ivars Editores S.L. Valencia 1980. Capítulo titulado “La guerra del Francés”, de Manuel Ardit Lucas. Pg.39.”Los tres pilares sobre los que descansó el gobierno del Mariscal Suchet fueron el arzobispo, el corregidor, y el jefe de policía. El Arzobispo, fray Joaquín Company, ocupaba la sede valenciana desde 1808. Su colaboracionismo fue evidente y ya recayeron sospechas sobre él durante el primer sitio de Valencia por Suchet en marzo de 1810. Company se encontraba en Gandía cuando entraron los franceses en Valencia, fue llamado por el propio Suchet y el arzobispo regresó a la capital, ciudad a la que llegó el 18 de Enero. Desde entonces la colaboración entre ambas autoridades fue siempre estrecha, y fuera por la causa que fuera el hecho es que el culto siguió con toda normalidad durante el tiempo de la ocupación francesa, y el propio mariscal dio muestras públicas de su piedad y asistió a numerosas ceremonias sagradas”. Otro sí: Real Academia de Cultura Valenciana. Facsímil VII. “Escritores valencianos del siglo XVIII. Siglo de la Ilustración Valenciana. El siglo de las Luces. Por Justo Pastor Fuster, socio de Mérito de la Real Sociedad Económica de Valencia y su Reino. Tomo Segundo. Imprenta y Librería de Ildelfonso Mompí. Valencia 1830.” Reedición Valencia 1999.pg.347 y sig. Biografía muy completa de Monseñor Company. Cuando todavía estaba caliente el recuerdo de la francesada, ocho páginas de elogios encendidos coincidentes con la obra de Vicente Cárcel, en general y detalle. Los damos por reproducidos. Destacamos: “nació de familia noble en Penáguila, Villa de este reino, en tres de Enero de 1732, fueron sus padres Vicente Company, médico de profesión, y doña Rita Soler.....” “Dedicado desde su más tierna edad a las letras hizo los más rápidos progresosvistió el hábito en el Real Convento de Valencia día 14 de Enero de 1737; después de hechos los votos edificó a sus hermanos por su conducta y piedad, haciendo al mismo tiempo grandes progresos en los estudios, y concluidos, obtuvo por oposición a la edad de veinte y tres años la Cátedra de Artes....”Noble, buena educación, estudioso, ilustrado, Catedrático por oposición, siempre sacrificado por sus feligreses.

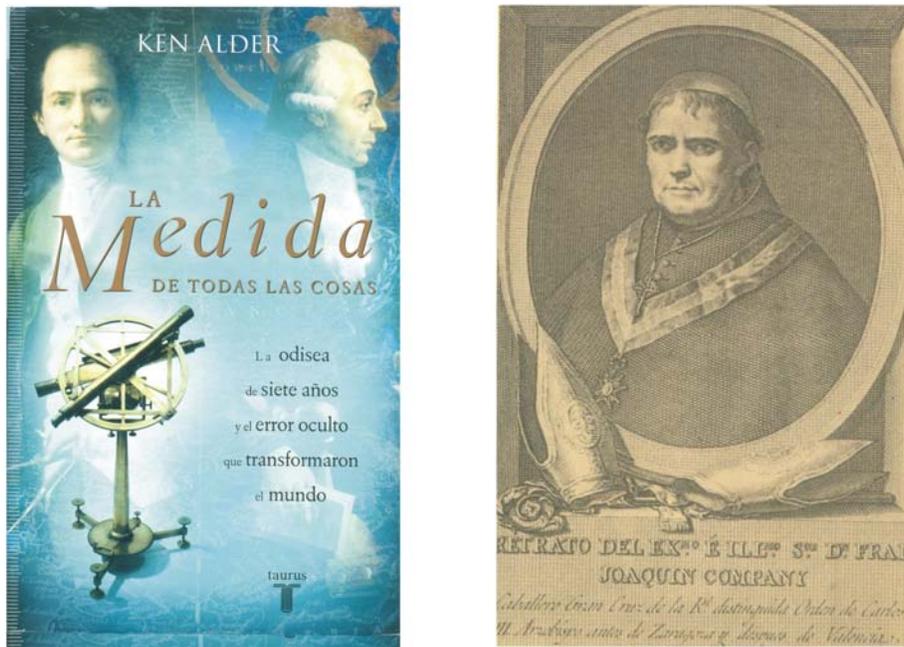


Figura 4.1: Izqda. El libro de Ken Alder. Con respecto a Valencia, muy desafortunado. Dcha. Monseñor Joaquín Company, Arzobispo de Valencia y valenciano.

Monseñor Company murió a tiempo. Si sobrevive un poco más es presumible que lo hubiera pasado muy mal. Más adelante veremos que Gabriel Ciscar fue menos afortunado y Fernando VII le condenó a muerte. En la Fig. 4.1, izquierda, portada del libro de Ken Alder. Mechain (con peluca) parece avergonzado por lo que contiene. Era un hombre honrado. A la derecha Monseñor Company, que por cierto había sido propuesto por Carlos IV, que ya le había otorgado la Orden de Carlos III, para Cardenal. Solo los acontecimientos bélicos impidieron que accediera al capelo.

Pero eso es otra historia, y volviendo a lo nuestro, según es reconocido por el propio Alder, Mechain contó con el completo apoyo y respaldo del también ilustrado Barón de la Puebla Tornesa, en cuyo palacio murió. Incluso dispuso de un ayudante, monje trinitario ilustrado de su archidiócesis, formado en Barcelona, enterrado en Alella y seguramente catalán, llamado Agustín Canelles y Carreras¹⁵. Es de subrayar que Fray Agustín Canelles era entre otras cosas, Académico y Catedrático de Matemáticas y Cosmología. Sin embargo, Alder le trata poco menos que como un analfabeto.¹⁶

¹⁵ Agustín Canelles y Carreres (1765 – 1818) . Estudió filosofía, matemáticas y náutica en Barcelona. Pasó a Indias, Nueva España, posiblemente en Veracruz y a su vuelta tomó el hábito trinitario. Fue Catedrático de Cosmología y Matemáticas en Barcelona y Académico de la Real de Ciencias Naturales y Artes de la misma ciudad.

¹⁶ Ken Alder “La medida de todas las cosas” Opus cit. pg. 290 “... reclutó la ayuda de un

En fin, todo sea por lograr el best seller. Sin embargo, lo que resulta verdaderamente fantástico es que monseñor Company vino a Valencia en 1800 desde Zaragoza. Pero pasemos a otro tema.

En 1808, en plena guerra de la Independencia, enviados por Delambre y con conocimiento del Gobierno Español, es preciso reconocer que entre todas las peripecias imaginables y a pesar de ellas, Jean Baptiste Biot y Dominique François Aragó, sustituyendo a Mechain, consiguen llegar triangulando hasta el Desierto de las Palmas y el Montgó, precisamente donde el trabajo de observación y levantamiento presentaba dificultades a priori insuperables. Seguro que fue casualidad. Los dos vuelven sanos y salvos a su país ¹⁷.

Y así finalmente (1811) dos geodestas españoles, el valenciano José Chaix Isniel y el gallego José Rodríguez González, colaboradores desde un principio de los geodestas franceses, se ven obligados a terminar y terminan solos la parte más peliaguda del trabajo, enlazando a través del mar Ibiza y Formentera desde el Montgó y el Desierto de las Palmas, con triángulos de ángulos agudos y conformación muy forzada, formando un cuadrilátero imposible, y enormes visuales para la época, de hasta 200 Km¹⁸. España, de nuevo a través de personalidades científicas aisladas del más alto nivel de Valencia y Galicia, seguía presente con dignidad en la más avanzada Geodesia Mundial. Fig. 4.2.

José Chaix Isniel da nombre a esta página valenciana, pero José Rodríguez no era un cualquiera. Catedrático de Matemáticas Sublimes de la Universidad de Santiago, dentro de su copioso curriculum se encuentra entre otros items la formación de Domingo Fontán Rodríguez, su auxiliar y discípulo, primer español que forma un gran Mapa, levantando Galicia por hojas a 1:100.000, con características y precisión modernas, comparable a cualquier de los Nacionales de los países más avanzados de Europa, y sin contar con más medios que los puramente universitarios, heredados de su antecesor. ¹⁹

Y es preciso explicar, quién era José Chaix Isniel. Fue un eminente geodesta e ilustrado valenciano. Nacido en Xátiva en 1765 estudió en Valencia en la Escuela de Bellas Artes de San Carlos. Becado por el Gobierno Español estudió matemáticas y astronomía en Francia e Inglaterra donde visitó los Ob-

monje trinitario llamado Agustín Canellas, que se decía astrónomo y que estaba muy seguro de sus conocimientos y ansioso por figurar en una expedición histórica...”pg. 296 “Y, más irritante aún, el monje Canellas le había costado involuntariamente a Mechain dos semanas de trabajo: su error de cálculo había tenido como consecuencia la colocación errónea de una señal.... Mechain no podía confiar en que otros hicieran su trabajo...”.

¹⁷Martín López, José “Historia de la Cartografía” Opus. cit. Pg 229. Aragó fue apresado y acusado de espionaje. No obstante, afortunadamente consiguieron ser oídos y volver a Francia sanos y salvos. En plena guerra de la Independencia. En otra nación tal vez hubieran corrido peor suerte.

¹⁸No se superó la longitud de estas visuales hasta el enlace geodésico España – Argelia, efectuado por el General Ibáñez de Ibero en 1879, con visuales que excedieron los 250 Km. entre el pico Mulhacén y Tetica en España y los vértices Filhausen y M’Sabiha en África.

¹⁹“Carta Geométrica de Galicia a escala 1:100.000”, en 12 hojas y proyección Flamsteed o cónica modificada. Domingo Fontán (1788-1866), gallego de las Rías Bajas fue Catedrático de Lógica, Metafísica, Física Experimental y Matemáticas Sublimes de la Universidad de Santiago. Director del Real Observatorio Astronómico de Madrid en 1826 y de la Escuela “no nata” de Ingenieros Geógrafos en 1836.

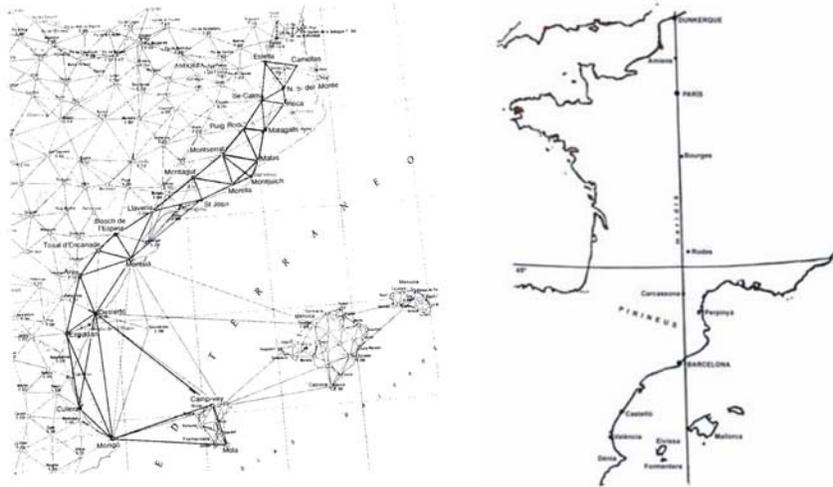


Figura 4.2: La triangulación de Delambre – Mechain – Chaix – Rodríguez. Enlace con las islas Baleares. Esquema de conjunto del arco de meridiano levantado. (Dunkerque – París – Barcelona – Baleares)

servatorios de Oxford, Cambridge, Edimburgo y Glasgow. En París, 1791, fue seleccionado por la Academia de Ciencias con el visto bueno de la Asamblea Constituyente para unirse a la expedición dirigida por Delambre y Mechain encargada de medir el arco de meridiano Dunkerque – Barcelona. A su vuelta fue nombrado Vicedirector del Observatorio Astronómico de Madrid, a las órdenes de Salvador Jiménez Coronado. Por recomendación de Jiménez Coronado fue nombrado Vicedirector de la Escuela de Ingenieros Cosmógrafos fundada y dirigida por este último. Cuando dimitió le sucedió en el cargo de Director. Inspector General del Cuerpo de Caminos y Canales y tuvo a su cargo una Cátedra en la Escuela del mismo nombre dirigida por Agustín de Betancourt. Matemático español reconocido internacionalmente, por su libro “Instituciones de Cálculo Diferencial e Integral”, publicado en 1801. Fue también pionero en el campo de las comunicaciones, el telégrafo y la telegrafía óptica, diseñando él mismo un telégrafo óptico de paneles, basado en el modelo Murray, inglés, al que tuvo acceso durante su estancia en Inglaterra.²⁰ Murió en su ciudad natal de Xàtiva en 1811.

Entrando en el detalle de su fecunda vida merece la pena recordar que en

²⁰ Martín Fernández Navarrete “Biblioteca Marítima Española”. Opus cit. tomo II pg. 58 y 59 cita además sus “Observaciones Astronómicas desde 1 de Noviembre hasta 21 de Diciembre de 1800, publicadas en los “Anales de Ciencias Naturales”, la “Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones transcendentales precedido de otro método particular para las funciones logarítmicas y exponenciales”. Imprenta Real. Madrid 1807. Y un “Curso de Matemáticas. Aritmética” (Obra póstuma), fechada en 1809 y presentada por José Garriga en 1812 para su acceso a Académico de Mérito en la Real de Bellas Artes de San Fernando.

1810, y en buena parte gracias a su trabajo, Delambre formuló el primer elipsoide científico que puede llamarse moderno. Sus parámetros, dato para la historia, son:

Semieje mayor, $a = 6.376.985$ m.

Semieje menor, $b = 6.356.280$ m.

Distancia focal, $c = 513.455$ m.

Aplanamiento $A = \frac{(a-b)}{a} = \frac{1}{308}$

Las cadenas de meridianos y paralelos van estructurando la Geodesia de Primer Orden de las naciones avanzadas europeas y del resto del mundo. No sin dificultades en Francia se promulga en 1809 el estatuto del Cuerpo Imperial de Ingenieros Geógrafos, dependiendo del general director del Depósito de la Guerra. Se nutre de graduados en la prestigiosa Escuela Politécnica de París y se responsabilizan de la confección de la Red Geodésica necesaria para la formación del primer Mapa Oficial de concepción científica rigurosa a escala 1:80.000. Sorteando toda clase de vicisitudes se inicia en 1824 y ultima en 1880. La Red de Primer Orden consta de seis cadenas de triángulos según paralelos (Amiens, París, Bourges, Clermont, Rodes y Pirineos) y tres según meridianos (Bayeux, París y Sedán), con bases en Melun, cerca de París, y Perpignan e incluye el enlace con la Red Británica cruzando el Canal de la Mancha, así como con España, Bélgica, Suiza, Alemania, Italia, y desde 1877 con la red siciliana a través de la de Túnez, entonces colonia francesa²¹. Fig. 4.3. Más pronto o más tarde, el resto del mundo sigue el ejemplo francés.

En España se trabaja, tal vez con desorden pero con mantenida voluntad política. Todo estaba previsto para canalizar la actuación a través del Real Observatorio Astronómico del Buen Retiro, que albergaba al Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos, de nueva creación, y era dirigido por el sabio sacerdote escolapio Salvador Jiménez Coronado y José Chaix Isniel. Pero el 30 de Noviembre de 1808 Napoleón avanza sobre Madrid, se abre paso en Somosierra tras dos cargas suicidas de sus lanceros polacos mandados por el coronel Korjietulsky y lanza al general Senarmont con treinta piezas de artillería sobre el pacífico Parque del Buen Retiro y el más pacífico todavía Observatorio Astronómico, que es literalmente devastado. La joya del Observatorio, el telescopio más potente de Europa, de 25 pies de distancia focal construido por William Herschel según deseos y gestiones de Jiménez Coronado y Chaix Isniel, es quemado. Se conservan como reliquias sus dos estupendos espejos de bronce y unas acuarelas preparadas para su descripción²² Fig 4.4. Y nos despedimos de José Chaix Isniel, que había estudiado en Francia, se resistía a creer lo que veía, y tres años después, más triste que desengañado, fallece en su Xàtiva natal.

Hasta 1870 no habrá Red Geodésica, ni Mapa Nacional. Ni Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, que aparecen en escena en la fecha indicada con el Instituto Geográfico y Estadístico, después Geográfico y Catastral, después y hasta hoy Geográfico Nacional, y su fundador y primer director, el general de ingenieros

²¹Más detalles de cartografía histórica francesa y mundial en M.Chueca – M.J. Jiménez – F.García – M.Villar “Compendio de Historia de la Ingeniería Cartográfica” pg. 243 y sig. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2008.

²²Ibidem pg. 263 y sig, más detalles.

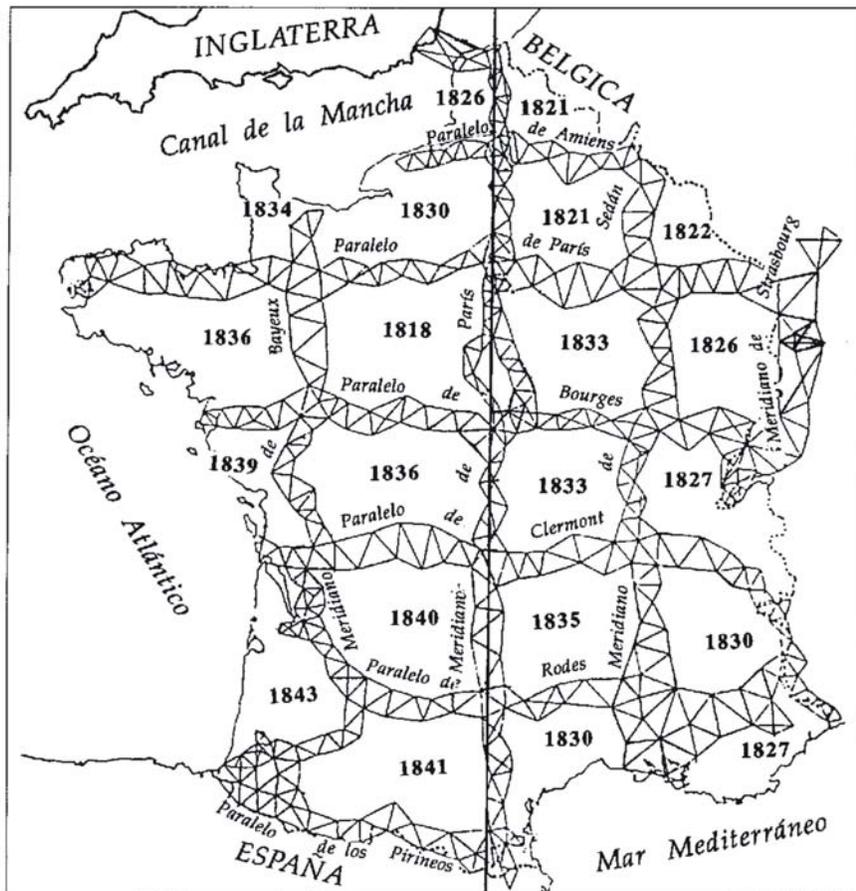


Figura 4.3: Primera Red Geodésica de Primer Orden francesa de cadenas. El meridiano central de París se cerró con los trabajos de Chaix y Rodríguez.

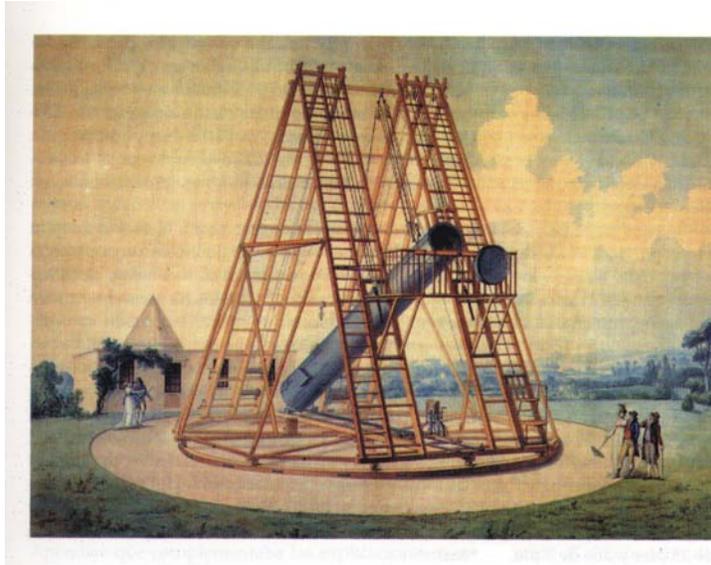


Figura 4.4: El Telescopio Herschel de 25 pies del Observatorio del Buen Retiro. Madrid.

militares Carlos Ibáñez de Ibero e Ibáñez de Ibero, también después Primer Marqués de Mulhacén, precisamente por sus trabajos geodésicos.

En cuanto a las enseñanzas académicas de Ingeniería Cartográfica, no habrá titulación civil hasta mediados del siglo XX con la Escuela de Ingeniería Técnica Topográfica de Madrid, creada en principio en el seno del Instituto Geográfico, utilizando sus propios laboratorios e instalaciones, con Ingenieros Geógrafos como profesores, y exclusivamente para nutrir su Cuerpo Nacional de Topógrafos. La Universidad Española parece mirar para otro lado.

Así las cosas, la Ingeniería Cartográfica Española, considerada como conjunto, quedaba en estado de postración mientras el resto de las naciones avanzadas de Europa se dotaban de los necesarios medios materiales y humanos para abordar los problemas de la época. Entre ellos, el más acuciante, el levantamiento de Mapas Nacionales a escala mediana ,entre 1:50.000 y 1:100.000, según la superficie de cada país, con la excepción lógica de la inmensa Rusia que proyectó diversas escalas según la importancia geopolítica del territorio a levantar²³.

Volviendo la vista atrás, conviene recordar que en España la formación de un Mapa Nacional se había pensado, proyectado y hasta intentado desde antiguo y en diversas ocasiones. Un antecedente notable es el manuscrito llamado “Atlas del Escorial” o “Descripción general y completa de España”, mapa peninsular a escala aproximada 1:400.000 que Felipe II encargó a su amigo Pedro Esquivel en 1.566 cuando era catedrático de Matemáticas de la Universidad de Alcalá de

²³Manuel Chueca et alt. Compendio de Historia de la Ingeniería Cartográfica” Opus. Cit. pg. 243 y sig.

Henares²⁴. El documento, que no está firmado, se compone de 21 mapas de 40 x 55 cm., cada uno dividido en dos hojas. El montaje completo alcanza unas dimensiones de 290 x 200 cm. y cuenta con un mapa índice a escala aproximada 1:3.000.000. Paladini, como ya escribe Martín López, atribuye el Mapa a Alonso de Santa Cruz, coincidiendo con M^a Isabel Vicente Maroto.²⁵ En cualquier caso se trata de una obra maestra para la época que desgraciadamente permaneció largo tiempo inédita con importante quebranto de la Cartografía española²⁶. Sucedió que, cuando el trabajo estaba prácticamente concluido, el monarca ordenó ocultarlo por temor a que facilitara información sensible a naciones hostiles. Dicho objetivo se cubrió con éxito parcial, porque dichas naciones obtuvieron lo que deseaban por otros conductos, pero en cambio España se quedó sin cartografía útil durante siglos, con todo lo que eso significa.

Por encargo de D. Zenón de Somodevilla y Bengoechea, Marqués de la Ensenada, en tiempos de Felipe V, los jesuitas Carlos Martínez y Claudio de la Vega proceden al levantamiento de un Mapa de España a escala 1:440.000 en 36 hojas de 35 x 37 cm. El trabajo se ejecutó entre 1739 y 1743 y no se llegó a imprimir. Olvidado durante más de un siglo, en 1904 se ofreció a la Real Sociedad Geográfica. Hoy se encuentra en la Biblioteca Nacional.²⁷

²⁴Ruiz Morales “Los Ingenieros Geógrafos” Opus cit. Pg 21 y sig. “Este pretendió llevar a cabo tan gran proyecto haciendo uso del todavía novedoso método de la triangulación, así como de otras observaciones astronómicas para calcular la longitud y latitud de algunos lugares. Según parece, Esquivel construyó sus propios instrumentos, llegando a medir una base en la provincia de Guadalajara”.

²⁵Martín López. “Historia de la Cartografía” Opus cit. Pg.171 y sig. “No hay mención de proyección, pero parece haberse utilizado la plana cuadrada. Está realizado en papel verjurado y encuadernado en cartivanas, con tapas de pergamino, formando un volumen de 45 x 31 cm. Puede datarse hacia 1560, en cuyo caso, pudo haber servido de base para organizar las “Relaciones Topográficas” realizadas entre 1575 y 1576. El hecho de haber permanecido inédito supuso un gran retraso para la cartografía española, que no produjo nada semejante hasta dos siglos después”. María Isabel Vicente Maroto . Estudio introductorio a la obra “Mapas de España, siglos XVI al XVIII”. Universidad de Valladolid. Valladolid 2006. El monarca vallisoletano negó a Alonso de Santa Cruz la licencia de impresión de buena parte de su obra científica porque “podría traer mucho inconveniente en que los dichos libros se imprimiesen por la noticia y claridad que por ellos hallarían extranjeros y otras personas que no fuesen súbditos ni vasallos nuestros.....”. Sin embargo se sabe que en 1540 el Emperador encarga a Santa Cruz un Mapa de España y que en 1551 explica en un memorial que “tiene hecha una España del tamaño de un gran repostero, donde están puestas todas las ciudades, villas y lugares, montes, ríos que en ellas hay, con las divisiones de los reinos y otras particularidades”. Efectivamente, en el Atlas del Escorial se han localizado cerca de 10.000 elementos geográficos con su topónimo, entre ellos 8.500 poblaciones, 68 de las cuales tienen signo convencional que las distingue como arzobispado, obispado o ciudad amurallada. Además 2.000 ríos, 600 rotulados con su nombre e infinidad de islas, cabos, lagos, regiones, puertos de montaña e incluso reinos.

²⁶Rodolfo Núñez de las Cuevas, en el prólogo al libro de Mario Ruiz Morales “Jorge Juan y sus proyectos para un Mapa de España” agrega: “para algunos investigadores, las observaciones de campo y cálculos habían quedado destruidos en el incendio del Escorial en 1671. No fue así y hemos podido recuperarlos en 1993 en la Kungliga Biblioteket de Estocolmo, donde había sido depositados por Juan Gabrie Sparwenfeldt en 1690” . El estudio de estos registros podría arrojar luz o incluso resolver definitivamente la autoría del Atlas.

²⁷Carmen Liter et alt. “Historia de la Ciencia” tomo XXII. La Cartografía entre los siglos XVII y XVIII. Ediciones AKAL. Madrid 1996. “Comprende todo el territorio peninsular menos la parte Noroeste (Galicia, Asturias, León y Castilla la Vieja) porque, según aclara en nota

Y no es que en España nadie sienta la misma necesidad, pero no cabe duda que no con la misma unanimidad que, por ejemplo, en Francia, Inglaterra y Suiza. El progresivo deterioro español continua, mientras las naciones de su entorno se afanan por avanzar en el conocimiento de sus propios territorios.

En 1753, de nuevo Jorge Juan, ya veterano y cargado de honores, vuelve a la escena. El Marqués de la Ensenada propone al Rey la realización de un nuevo proyecto debido a Jorge Juan con la colaboración de Antonio de Ulloa, produciéndose en los siguientes términos:

“No hay puntales del Reino y de sus Provincias; no hay quien las sepa grabar, ni tenemos otras que las imperfectas que vienen de Francia y Holanda. De esto proviene que ignoremos la verdadera situación de los pueblos y sus distancias, que es cosa vergonzosa. En Francia trabajan continuamente en perfeccionar las suyas midiendo una y muchas veces los terrenos, en que han adelantado mucho, dirigiendo estas operaciones el famoso Cassini el joven..... conviene que se ejecuten en España bajo las reglas que han proyectado D. Antonio de Ulloa y D. Jorge Juan ; a cuyo fin se fabrican en París y Londres los instrumentos necesarios y algunos están ya en Madrid”²⁸

Efectivamente, Jorge Juan, geodesta de renombre mundial perfectamente conocido y reconocido en Londres y París, a pesar de estar al cabo de la calle de las dificultades del proyecto, que difícilmente podría agregar mas lustre a su prestigio, sino tal vez dañarlo en caso de mala fortuna y conocedor de las carencias de su Patria, consideró deber ineludible ofrecer su colaboración por si pudieran aliviarse o incluso, remediarse.

Así, en 1751 presentó un informe a la Secretaría de Estado y Despacho Universal de la Marina titulado “Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España, por medio de triángulos observados por buenos cuartos de círculos y reflexiones sobre las dificultades que pueden ofrecerse”

Se trataba de formar una red geodésica con lados de 6 a 10 leguas²⁹ (es decir, en el entorno de 30 a 60 Km., longitud recomendada posteriormente para el lado del triángulo geodésico de primer orden), y comprobaciones por determinación observacional de coordenadas astronómicas.

del propio mapa, no se habían efectuado allí las operaciones geométricas. Dibujado en negro, señala las poblaciones en rojo y emplea para el relieve colores verde y crema. Se indican los límites de los reinos y de las provincias y en Andalucía los de los obispados. La leyenda que figura en el mapa dice así: -Exposición de las operaciones geométricas hechas por orden del Rey N.S. Felipe V en todas las Audiencias Reales situadas entre los límites de Francia y Portugal para acertar a formar una Mapa exacta y circunstanciada de toda la España. Obra impresa bajo los auspicios del Exc. Sr. Marqués de la Ensenada y executada por los RR.PP. Martínez y de la Vega de la Compañía de Jesús desde el año 1739 hasta el año 1743.A fines del siglo XVIII el geógrafo Isidoro Antillón se dolía de que permaneciera en la Biblioteca del Duque del Infantado.- “Es doloroso que este resultado de nuestros trabajos geográficos tan útil y necesario....no haya visto la luz pública y quede confinado en los oscuros rincones de un archivo”-.Parece que Tomás López hizo una copia exacta de él para utilizarlo en sus trabajos.”

²⁸Mario Ruiz Morales y Mónica Ruiz Bustos “Jorge Juan y sus proyectos para un Mapa de España”. Universidad de Granada. Granada 2005. Excelente estudio del proyecto de Jorge Juan, al que nos remitimos.

²⁹Con la “legua legal de Castilla” de 6.666 varas resulta aproximadamente 1 legua <> 5,572 Km., 1 vara <> 0,836 metros.

Paladini no reseña la escala del levantamiento que Ruiz Morales cifra en 1:80.000³⁰. No determina el tipo de proyección cartográfica a utilizar ni tiene en cuenta en principio la esfericidad terrestre, por lo que tampoco se ocupa de los enlaces entre las sucesivas hojas. Se hace un estudio de necesidades económicas, materiales y humanas..... y Jorge Juan, científico riguroso y pragmático, conocedor del país y sus circunstancias, no se muestra nada optimista. Desconfía de la infraestructura y recursos asequibles, y sobre todo de la voluntad política de la Administración y su paciencia en aceptar un proyecto tan largo. En 1754 cesa su valedor, el Marqués de la Ensenada, por confusos problemas de altas alcobas, y se abandona el proyecto³¹.

Cuando bajo el reinado de Carlos IV y siendo Príncipe de la Paz Don Manuel Godoy y por decidido impulso de éste se publicaron las Reales Ordenanzas de Agosto de 1796, orientadas a la formación, mediante las tecnologías y métodos científicos más avanzados de la época, del que debía ser y luego no fue primer Mapa Nacional de España, Don Melchor Gaspar de Jovellanos saludaba la iniciativa emitiendo su conocido juicio "...Mapa sin cuya luz la política no formará un cálculo sin error, no concebirá un plan sin desacierto, no dará sin tropiezo un solo paso. Sin cuya dirección la economía más prudente no podrá, sin riesgo de desperdiciar sus fondos, o malograr sus fines, emprender la navegación de un río, la abertura de un canal de riego, la construcción de un camino o de un nuevo puerto, ni otro alguno de aquellos designios que, abriendo las fuentes de la riqueza pública, hacen florecer las provincias y aumentan el verdadero esplendor de las naciones"³².

Ahora aparece en escena nuestro último protagonista valenciano, el teniente general de la Marina de Guerra Española, Gabriel Ciscar y Ciscar.

³⁰Mario Ruiz Morales y Mónica Ruiz Bustos "Jorge Juan y sus proyectos para un Mapa de España" Opus cit. Pg. 28 y sig. "será la escala que se ha de seguir por Geógrafos e Hidrógrafos de tres dedos de vara de Castilla por legua de 5.000 varas..... al tiempo de hacer el detalle y de disponer los borradores podrá tomarse una escala mayor, como por ejemplo, del doble, para prepararlos con más formalidad, pero concluidos se habrán de reducir con cada Compañía a la que queda expresada." Aparte de la ambigüedad en la definición de legua, es curioso el establecimiento de la práctica de desarrollar a escala doble de la de publicación, como después se hizo en el Mapa Nacional 1:50.000, cuya minuta se dibujaba a 1:25.000.

³¹ibidem. Pg. 90 y sig. Con el título "Reflexiones sobre el método de levantar el Mapa General de España".dice:"..... sesenta y cuatro hombres inteligentes para 16 compañías que allí se pidieron no es tan fácil juntarlos; pues aunque se quieran adiestrar algunos es necesario que sea con la práctica, y mientras esta se adquiere padece el tiempo y el trabajo. Pero no es esta la mayor dificultad. Treinta y dos cuartos de círculo de 20 pulgadas de radio ¿qué tiempo no se necesita para que se hagan?. Allá se dixo que no se harían en París ni en Londres en dos años, porque bien se puede creer que necesitarían a lo menos cuatro.....se puede creer que 13 ó 14 años no será mucho tiempo para ver el todo acabado; y una dilación tan grande ¿qué apariencias no tiene de que no se vea el fin de la obra?..... Pues aquí venimos a parar al yerro antecedente: con que sí en cierto modo hemos de venir a parar a él, más vale desde ahora despreciarle, y ahorrar gastos y tiempo y asegurar una obra solo capaz de haberse hecho en España en tiempo del Señor Marqués de la Ensenada."

³²Manuel Chueca Pazos et alt. "Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana" Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2003. pg. 5

4.2. La página valenciana de Gabriel Ciscar y Ciscar.

La capacidad humana de medir con precisión bien puede tomarse como índice fiel del grado de civilización alcanzado. 50 siglos antes de nuestra Era fueron las civilizaciones mesopotámicas, sumerios y babilonios, los primeros que desarrollaron unidades de medida, con múltiplos y submúltiplos en un sistema sexagesimal que aún perdura en la medición del tiempo en horas divididas en minutos y segundos. La elección del número 60 seguramente fue resultado de una cuidadosa reflexión y motivada por sus numerosos divisores (2,3,4,5,6,10,12,15,...). Por la misma época y en Egipto se estableció el codo real o brazo de faraón, distancia desde el codo a la punta del dedo corazón de la mano, que es la unidad de medida más antigua conocida. Utilizaban una base decimal y submúltiplos antropomorfos, pie, mano, dedo, que también han mantenido su vigencia en diversos aspectos hasta nosotros. Los griegos y después los romanos continuaron perfeccionando la teoría y praxis de la medición, logrando éstos últimos imponer su sistema de medidas en todo su Imperio. Cuando éste saltó en pedazos, los países, pueblos y hasta ciudades de lo que hoy llamamos Occidente adoptaron sistemas de medidas propios, distantes y distintos, logrando en poco tiempo una gran confusión.³³

Las cosas no mejoraron nada durante cientos de años. Al principio del siglo XVIII, un viaje a través de Europa, desde Londres hasta San Petersburgo, suponía cambiar continuamente, no solo de lengua, sino también de sistemas y unidades de medida. Las dificultades que dicha situación entrañaba para la convivencia y comunicación social, desde las más sencillas transacciones mercantiles hasta las más complicadas cuestiones científicas eran simplemente colosales.

La Ciencia planteaba cuestiones que requerían aproximaciones más y más precisas. Y en especial, durante la Ilustración, la Ingeniería Cartográfica necesitaba un sistema de unidades de medida reproducibles e inalterables, a ser posible basadas en fenómenos o características de la Naturaleza, que permitieran a los científicos trabajar y relacionarse en base a una métrica aceptada, exacta e indiscutible. Fue en la Francia de la Revolución donde y cuando se emprendió la labor de definir semejante tarea, que se basó en la propuesta de adopción universal del Sistema Métrico Decimal, definido por Lavoisier³⁴ como “La obra más grande y sublime salida de manos del hombre”. Y unidad fundamental del Sistema fue el metro (del griego, medida). Su determinación era objetivo fundamental de los trabajos de medición de arcos de meridiano en que nos hemos ocupado. Se trataba de calcular la longitud de la diezmillonésima parte de un cuadrante del meridiano terrestre, aceptado el esferoide terrestre descrito como un elipsoide de revolución.

Pero para calcular la longitud del metro había que servirse de algo. Y ese algo

³³Véase cualquier manual de Metrología. P. ej. M. Anthony “Engineering Metrology”. Board Ed. New York. 1986. José Alvarez Guerra “Ideas sobre Metrología”. Instituto Geográfico y Catastral Ed. Madrid 1921.

³⁴Antoine Laurent de Lavoisier, padre de la Química moderna. Murió guillotinado en 1794.



Figura 4.5: Definición del Metro.

era, desde 1668 una barra de hierro empotrada en el muro exterior del Grand Chatelet de París y al pie de su escalera principal, a la intemperie, sujeto a desgaste, herrumbre y deterioro. Era la “Toesa de Chatelet”, patrón fundamental de longitud para toda Francia. Sendas copias de dicha toesa, evidentemente sin ninguna garantía de identidad, acompañaron a las expediciones a Laponia “Toesa del Norte” y al Ecuador “Toesa del Perú”. En 1776, ante el éxito de los trabajos de medición del equipo andino, se adoptaron los cálculos y resultados de Jorge Juan, según expusimos anteriormente, y con ellos su Toesa, a partir de entonces “Toesa de la Academia”. Pero el problema tan solo había empezado a abordarse.

Lo dejamos aquí para retomarlo más adelante, porque merece la pena retroceder en el tiempo para interesarnos por la situación de los Pesos y Medidas en la Valencia recién conquistada por Don Jaime I. Porque resulta que el Reino de Valencia fue también un adelantado en su normalización, control y buenos usos.

Consultemos un asombroso manuscrito del siglo XVI. El “Llibre del Mustaçaf de la Ciutat de Valencia”, es decir del Mustazaf, Almotazaf o Almotacén según el Diccionario de la Real Academia Española. En una palabra, lo que hoy se llama oficio de Fiel Contraste.³⁵

³⁵“Llibre del Mustaçaf de la Ciutat de Valencia”. Edición Facsímil del Manuscrito del Archivo Municipal de Valencia, por Jaime J. Chiner Gimeno y Juan. P. Galiana Chacón. Ayuntamiento de Valencia. Valencia 2003.

4.2.1. Pesos y Medidas en la Valencia Medieval. Un antecedente relevante. El “Llibre del Mustaçaf”.

El siglo XIII fue trascendental para la configuración de los reinos de la Península. En su segunda mitad Alfonso X el Sabio de Castilla, hijo de Fernando III el Santo y yerno de Jaime I el Conquistador de Aragón, por matrimonio con su hija Doña Violante, a través de diversas actuaciones y normas legislativas impulsó decididamente la ordenación, unificación e implantación de un sistema coherente de pesas y medidas en sus Reinos.³⁶

Generalmente se le tiene como el primer monarca de la Historia de España en emprender las iniciativas enunciadas. Sin embargo, Jaime I conquista Valencia en 1238, otorga los Fueros y Privilegios del Reino y recoge, o tal vez consolida en ellos la institución y figura de origen árabe denominada Mustaçaf o Almotacén adelantándose en algunos años a su pariente.³⁷ Y su iniciativa perduró en el tiempo de tal manera que incluso se extendió, llegando a asignarse un Almotacén por Provincia en España hasta el último tercio del siglo XIX y aún entonces no desapareció, sino que le cambiaron el nombre, pasando de ser “Fiel Almotacén” a “Fiel Contraste de Pesas y Medidas”³⁸ el cual, con su Fielato, formó parte del paisaje español hasta bien entrado el siglo XX. Desgraciadamente cada Almotacén entendía solamente en su jurisdicción y el efecto de conjunto al variar los sistemas de medidas de provincia a provincia, era de gran confusión.

El caso valenciano, según sucede con cierta frecuencia, es tan peculiar como poco conocido. El sistema metrológico establecido por Jaime I descendía a detalles y precisiones muy superiores a sus homónimos de la época. Así, establecía la forma de medir los áridos describiendo el enrase correcto de la operación y en cuanto a las longitudes, el “alna” o vara valenciana, “sea de cuatro palmos y todos los paños de lino y lana y cualesquiera otros paños sean recibidos y sean dados con tal alna más dos dedos de la alna y que los cabos de la alna sean de hierro”.

Fue la primera reglamentación metrológica que, salvadas correcciones de lugar y tiempo, puede calificarse de completa. El oficio de Mustaçaf de pesas y medidas se encomendaba a un empleado municipal de alto nivel, vinculado además a la vida artesana, mercantil y económica en general de la ciudad entendiendo y dirimiendo multitud de cuestiones de la vida diaria.

³⁶Documento de Unificación. Privilegio otorgado a Toledo por Alfonso X fechado en Sevilla en 7 de Marzo de 1261.

³⁷“Aureum Opus” , Privilegio XXX, fechado en 16 de Diciembre de 1249. “Sepan todos que Nos, Jaime I, Rey por la Gracia de Dios de Aragón, Valencia... como quiera que según las leyes dadas por Nos a la Ciudad y Reino de Valencia, deben existir una e igual peso y medida en la Ciudad y en todas las villas, castillos y demás lugares del Reino, determinamos y ordenamos Nos.” . y continua con la misma descripción de unidades de pesas y medidas que figuran en los Fueros. Puede accederse a ella en Pere Jeroni Taraçona “Instituciones dels Furs y Privilegis del Regne de Valencia” Libre I, Titol X, pg 56-63. Valencia 1580. Ed. Facsimil Del Senia al Segura. Imprenta Palacios. Sueca. 1976. Edición conmemorativa del VII centenario de la muerte de Jaime I.

³⁸R.D. de 19 de Junio de 1867, creando el puesto y cargo de “Fiel Almotacén” en cada provincia de España. R.O. de 22 de Junio de 1871, modificando su denominación por la de “Fiel Contraste de Pesas y Medidas”.

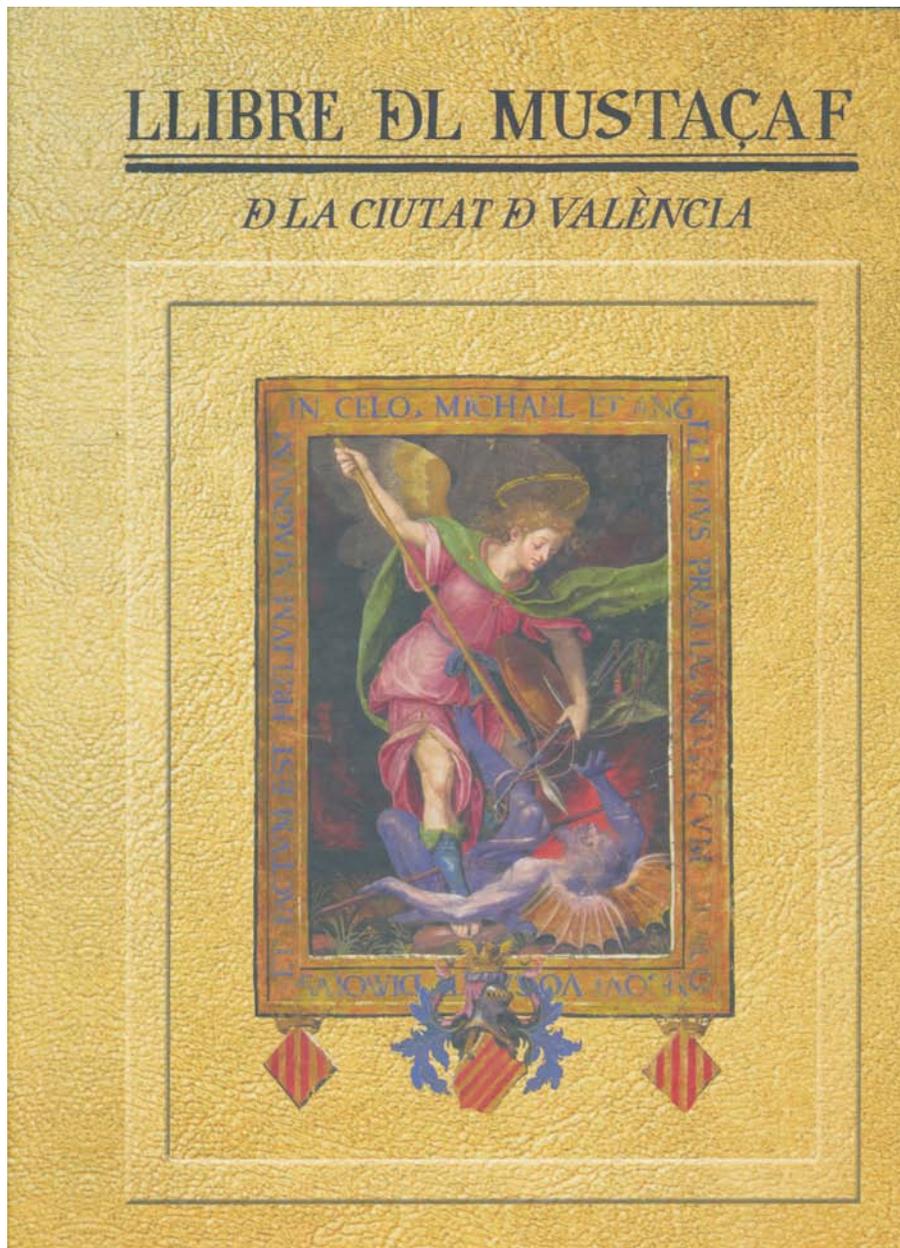


Figura 4.6: Portada Facsímil del “Llibre del Mustaçaf”

El *Mustaçaf* era democrática y solemnemente elegido por sus pares entre los prohombres valencianos y por un periodo de un año a contar desde la Festividad de San Miguel, en 29 de Septiembre. Juraba su cargo sobre los Evangelios en una liturgia solemne con misa y sermón. En su toma de posesión recibía la vara de hierro, patrón de las medidas de longitud, la barchilla de piedra con un orificio en el fondo para facilitar su vaciado, patron de las medidas de capacidad, y el “junc del *Mustaçaf*”, de caña india y seis palmos de longitud con cabeza de plata, símbolo de su autoridad.

Su lugar de trabajo era la “*Llongeta del Mustaçaf*”, en un esquinazo del Templo de Santa Catalina Mártir. Allí estuvo hasta 1839 en que fue trasladada a lo que ahora es el Mercado Central, a una edificación con un rótulo que rezaba “*Repeso*”, en la calle que todavía hoy se llama así. Entonces y en la calle del *Trench* existía, desde tiempo inmemorial, una piedra escuadrada de sección rectangular “*la Pedra del Mustaçaf*”, de dos palmos de cuadro y cuatro de alto, utilizada en las operaciones de *repeso*.³⁹

No procede entrar en detalles en este trabajo sobre la diversificación, múltiplos y submúltiplos de las unidades de medida. Aparecen con detalle, tanto en los *Fueros* como en el *Llibre del Mustaçaf*. Sí es obligado insistir en que posiblemente era el sistema más completo de la Península Ibérica y de los más completos de Europa.

El *Llibre* recogía y archivaba la jurisprudencia de los sucesivos *Mustaçaf* y llegó un momento en que, por el paso de los años, presentaba notorios defectos y hasta contradicciones. Por ello, el Consejo General de la Ciudad, reunido en 22 de Junio de 1549, encargó a los Jurados, Racional, Abogados, Síndicos, y Justicias, que revisaran su contenido y lo publicaran de nuevo, como una *Recopilación* coherente, ordenada y actualizada.

La iniciativa fue cumplimentada y la obra resultante confeccionada y escrita por Miguel Juan Porta, pintor, y Cristóbal y Sebastián Ramírez, escribientes de letra formada. El *Llibre* en folio mayor, encuadernado en pergamino a la romana, consta de una hoja en blanco, 6 de índice, portada policroma con la imagen de san Miguel Arcángel y 391 páginas más una hoja sin numerar. En 1568 fue ultimado y depositado en el Ayuntamiento de Valencia, donde aún se conserva, en bastante buen estado, a pesar del permanente uso al que tuvo que ser sometido.

Es una obra única en su género y época, que une a la técnica que la inspiró un verdadero mosaico de la vida en la Valencia del siglo XVI. Reflejos de vida los llama Almela y solo en la regulación de distintas profesiones cita más de treinta⁴⁰. Agrega cuestiones de policía en la vía pública, de circulación de carros, bestias y viandantes, cría y aprovechamiento de gusanos de seda, higiene pública, información, pregones yregoneros, usos y costumbres y curiosas circunstancias

³⁹Francisco Almela y Vives “El *Llibre del Mustaçaf* y la vida en la ciudad de Valencia a mediados del siglo XVI”. Anexo al facsímil “*Llibre del Mustaçaf*”, *Opus cit.*

⁴⁰*Ibidem*. Pg. 14. “*Veedores, Tahoneros, Carniceros, Pescadores, Sogueros, Esparteros, Albarderos, Caldereros, Sombrereros, Guanteros, Cardadores de lana, Tejedores, Tintoreros, Terciopeleros, Especieros, Pasamaneros, Curtidores, Zurradores, Carpinteros, Cajeros, Corredores, Puñaleros, Espaderos, Sastres, Oropeleros Chapineros, Colchoneros*

que explican en su opinión diversos aspectos de la sociedad valenciana.⁴¹

Así estuvo actuando el Mustaçaf, con juicios en la Llongeta, pesquisiones en la calle, estudios y disposiciones, hasta que dejó de existir como tal en 1707 con la abolición de los Fueros. Era el mal que venía de Almansa. Lo que no se pudo suprimir fue su función, porque era esencial para la convivencia y el progreso de la Sociedad. Y es preciso dar por terminada esta página valenciana y volver a tiempos más cercanos, tecnificados y prosaicos.

4.2.2. El Sistema Métrico Decimal y Gabriel Ciscar y Ciscar.

Volviendo al trabajo de los medidores de meridianos, hemos visto que como objetivo supremo debe culminar en la propuesta y adopción de un Sistema Universal de Pesas y Medidas, con patrones globales basados en la Naturaleza, reproducibles, invariables, “para todos y para siempre”. En 1789 se inicia el Gran Proyecto, en el que en principio colaboran las dos naciones más avanzadas de la época, Francia, donde Charles Maurice de Talleyrand, obispo de Autun durante algún tiempo, luego político revolucionario, jacobino, ministro con Napoleón, después impulsor de la Restauración Monárquica en el Congreso de Viena, etc... promueve una Comisión del más alto nivel científico y operativo a la que encomienda la tarea.⁴² Y casi simultáneamente Inglaterra, con Sir John Miller, que plantea en la Cámara de los Comunes⁴³ la creación de un grupo de trabajo de análogo nivel, en los mismos términos y con idéntico objetivo. Al año siguiente, las tormentas revolucionarias motivan que el Reino Unido abandone la colaboración y el Proyecto. España en cambio se agrega a él, resultando como ya vamos viendo, que la empresa se transforma en básicamente francesa con colaboración española. Y esta última tiene una vez más mucho que ver con Valencia.

Un primer ensayo es establecer el posible Patrón de medida como la longitud del péndulo que bate segundos en el entorno de París, a 45° de latitud Norte. Ya antes, el abate Picard en 1671 había realizado una serie de medidas que parecían prometedoras.

En 1740, una nueva misión de la Academia Francesa a Perú comprueba que la definición instada no es universal y se desecha definitivamente. Hay algún intento posterior por parte de Borda⁴⁴, esperanzador en principio, pero hay

⁴¹Ibidem pg. 17. “A veces hay quien se pregunta la razón de que la ciudad de Valencia no ostente tantas flores como permite su clima y exige su fama... A propósito de eso conviene recordar una disposición municipal del 11 de Mayo de 1563 recogida en el Llibre para que ninguna persona, cualquiera que sea su clase y condición, se permita tener tiestos ni albahacas u otras yerbas en sus terrados y ventanas, donde pudieran causar daño a quienes pasen por la calle, bajo pena de sesenta sueldos, cuya tercera parte sería para el acusador...”

⁴²Aconsejado por Lagrange, Laplace, Condorcet, Monge, La Harpe, Borda... comprometidos directa o indirectamente con el Proyecto. Actuación parlamentaria en 27 de Junio de 1789.

⁴³Intervención personal en fecha 24 de Julio de 1789.

⁴⁴Lo describe y defiende Ciscar en su Memoria, pg.29 art 33... que luego citaremos. “Si perdidos los tipos materiales de metal se quisieren hacer otros nuevos, no sería preciso recurrir a la grande operación de medir un arco considerable de meridiano. Por las experiencias exe-

que rendirse a la evidencia. Es una lástima porque, evidentemente, si por algún motivo se extravía o destruye el prototipo en que se materializa la unidad adoptada, es bastante más sencillo realizar observaciones pendulares que medir otro meridiano.

Se crea en 1798 una Comisión Internacional de Pesas y Medidas en el Instituto Nacional de Francia, sucesor de la Academia de Ciencias de París, y forman parte de ella, representando a España Agustín de Pedroyes y Foyo⁴⁵, asturiano y Gabriel Ciscar y Ciscar, natural de Oliva, Reino de Valencia.

Gabriel Ciscar y Ciscar nace en Oliva (Valencia) en la calle de la Iglesia, el 17 de Mayo de 1760 en el seno de una familia ilustrada. Sobrino del famoso polígrafo Gregorio Mayans y Ciscar, su densa biografía como militar, político, erudito y científico es bien conocida y puede encontrarse en diversas publicaciones⁴⁶. A nosotros nos interesa esencialmente su vertiente científica, en especial en lo concerniente a su aportación a la Ingeniería Cartográfica y de ello nos ocuparemos fundamentalmente. Estudia en las Escuelas Pías de Valencia y posteriormente se gradúa en Filosofía en la Universidad, Estudio General. Desde un principio consigue máximas calificaciones en todas sus actividades discentes. Guardiamarina en la recién creada Academia de Cartagena en 1777. Interviene en diversas misiones y acciones de guerra. En 1788 vuelve a Cartagena como Director de la Academia. Publica diversos textos científicos y docentes, que pormenorizaremos más adelante y se labra un bien merecido prestigio que le conduce a ser considerado como el mejor matemático español de su tiempo y uno de los mejores de Europa.

Por todo ello, en 1798 es elegido con todo merecimiento para representar a España a nivel de igualdad con los más importantes científicos del mundo occidental en la antes mencionada Comisión Internacional de Pesos y Medidas creada por el Instituto Nacional de Francia.⁴⁷ Intervino activamente en los tra-

cutadas en París con toda la sagacidad y precisión que podía esperarse del sublime genio de Borda, queda determinada la longitud del péndulo simple que oscila los segundos en milimas de la vara decimal y está decretado por el Instituto Nacional de Francia el ejecutar las mismas experiencias en el paralelo de 45°." Hay una llamada que dice "dicha longitud es de 993,827 milimas". Sin embargo, sin entrar en más detalles, se demuestra que perturbaciones gravitatorias de diverso tipo originan que el experimento, y por tanto la medición, no sea exactamente reproducible a lo largo del tiempo.

⁴⁵ Agustín de Pedroyes y Foyo (Lastres, Asturias 1744 – Madrid 1815). Matemático destacado. En 1777 publica un método para resolver ecuaciones hasta el cuarto grado. Propuso la ampliación del meridiano Dunkerque - París hasta Barcelona y más al sur para definir el metro.

⁴⁶ Martín Fernández Navarrete "Biblioteca de la Marina Española" Opus cit. Tomo I pg. 524 a 533. Bosquejo biográfico muy completo, aunque lógicamente sesgada hacia su historia como marino de guerra.

⁴⁷ Gabriel Ciscar y Ciscar "Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la Naturaleza". Introducción. Pg. 9 y sig. Imprenta Real, por D. Pedro Pereyra, impresor de Cámara de S.M. Madrid 1800. En la presente publicación recoge el resultado de su trabajo. Y al principio relaciona la composición de la Comisión, cuya nómina realmente impresiona. Por parte de Francia, miembros numerarios del Instituto y la Academia figuran: Borda, Brisson, Coulomb, Condorcet, Delambre, Lagrange, Laplace, Lefevre Gineau, Legendre, Mechain, y Preny. Representando al Reino de España, Ciscar y Pedrayes. Van- Swinden y Aeneae por la República Bátava. Vassalli por el Reino de Cerdeña. Bugge por el Reino de Dinamarca. Fabronni por República Toscana. Franchini por la República Romana. Mascheroni



Figura 4.7: Gabriel Ciscar y Ciscar. Teniente General de la Marina Española. Primer matemático español de su época.



Figura 4.8: Patrones del primer prototipo de metro de 1799 en platino y copias en madera.

bajos de cálculo, definición y construcción de patrones de medida según detalla en su libro resumen, de fecha 1800, “Memoria Elemental sobre los Nuevos Pesos y Medidas Decimales fundados en la Naturaleza”. Vuelve a España con diez prototipos, cinco metros “o varas decimales, o medidera” y cinco kilogramos “o libras decimales”, uno de cada clase queda para el Rey y los demás para “uso de la Real Armada”. Es un hecho comprobado y documentado por tanto que Gabriel Ciscar y Ciscar colaboró activamente en el establecimiento del Sistema Métrico Decimal y a él se debe el primer esfuerzo conducente a su introducción e implantación en España.

Ciscar detalla el resultado del trabajo de la Comisión describiendo los prototipos construidos, que presenta ante el Rey, la Comunidad Científica y la opinión pública en la Memoria citada⁴⁸. Y no solamente eso, sino que, pos-
por la República Cisalpina. Multedo por la República Liguriana. Trallés por la República Helvética.

⁴⁸Ibidem. Pg 11 y sig. “La vara decimal de la Comisión es toda de hierro, no está dividida, y lleva en sus extremos dos pedazos de latón en forma de escuadra, que cubren la mitad de sus cabezas... La libra o kilogramo de la Comisión es de latón sin dorar y su figura es cilíndrica, con un pomo en su parte superior... Todos los metros prototipo, que llevan el sello de la Comisión, han sido construidos por el célebre artista Lenoix... con tanta escrupulosidad que las mayores diferencias entre unos y otros no llegan a dos milésimas de una milímetro o milésima de la medidera o vara decimal (estamos hablando de precisiones de dos micras en 1800)...Las cuatro medideras o varas decimales construidas por orden de s.M. son también de hierro y están divididas en décimas. Llevan perfectamente embutidos en las medianías de sus cabezas unos pedacitos de platina, de suerte que las varas se terminan en dichas piezas (por el medio)

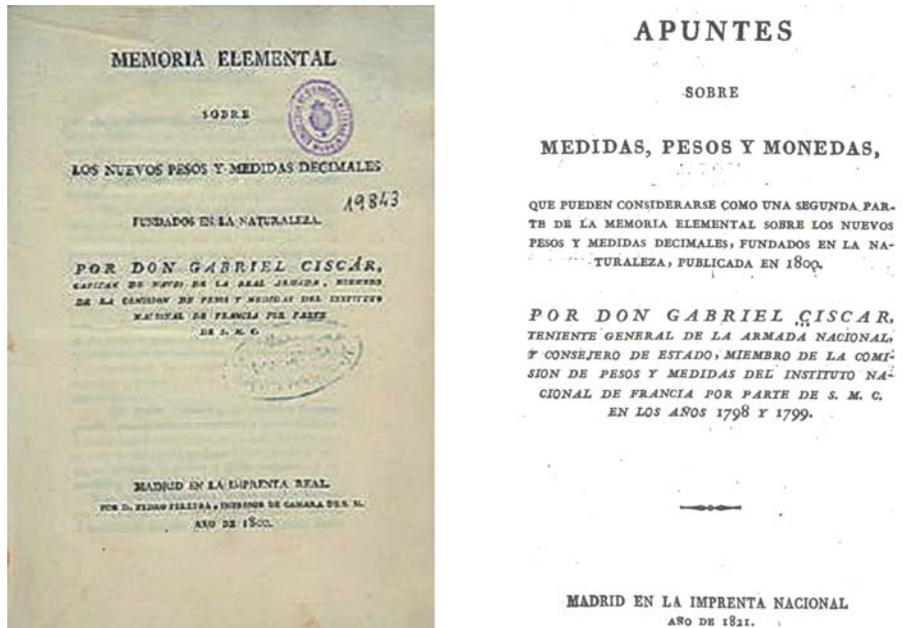


Figura 4.9: Portadas de los sucesivos trabajos de Gabriel Ciscar sobre el Sistema Métrico Decimal y su aplicación en España.

teriormente en 1821 publica un nuevo libro “Apuntes sobre medidas, pesos y monedas”⁴⁹ en donde desarrolla exhaustivamente un Proyecto razonado de adaptación práctica del Sistema Métrico Decimal a las peculiaridades españolas, con normativa de aplicación, acompañada de tablas y cálculos detallados que cubren las eventualidades que puedan surgir.

Ciscar no es partidario de la nomenclatura oficial francesa, basada en vocablos griegos y prefiere adaptar las nuevas medidas al léxico tradicional de cada nación. Posiblemente no esté en ello demasiado acertado, y los hechos lo han demostrado así. Propone denominar “medidera” o “vara decimal” al metro, “libra decimal” al kilogramo, “azumbre decimal” al litro y así sucesivamente.

En cualquier caso, el metro queda definido en función del arco de meridiano terrestre como sabemos. Gabriel Ciscar es de los primeros en cuestionar la definición. Porque sospecha que ni todos los meridianos son iguales ni la medición se ha hecho con la precisión que sería deseable para definir nada menos que un Patrón Universal de medida. Efectivamente, investigaciones posteriores llegan a la conclusión de que el cuadrante de meridiano que pasa por París

y están al abrigo de las alteraciones que podían resultar de la oxidación del hierro. Las piezas que cubren sus cabezas hasta la medianía son de hierro con la interposición de una lámina delgada de latón...”

⁴⁹Gabriel Ciscar y Ciscar “Apuntes sobre Medidas, Pesos y Monedas, que pueden considerarse como una segunda parte de la Memoria Elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la Naturaleza, publicada en 1800”. Imprenta Nacional. Madrid 1821.



Figura 4.10: Dos copias fieles y contrastadas de Patrones del Metro y Kilogramo.

mide 10.001.869 metros de la longitud del prototipo materializado y la moderna sucesión de geoides de aproximación no solo permite afinar esta cifra, sino aconsejar que se abandone la definición por ambigua y poco significativa. No se llegó a discutir siquiera reiterar la medición en un arco de meridiano más largo. Los nueve grados y medio de amplitud en latitud del arco Dunkerque – Sur de Barcelona, son más que suficientes.⁵⁰

Por otra parte, la necesidad práctica de actuar es enemiga de la especulación abstracta, y se decide de mantener la unidad de medida con la misma longitud, el mismo nombre de metro, del griego *μετρον*, “metron”, medida... y abandonar la definición geográfica. El metro, que se llamará “metro de los archivos” será la longitud “a extremos” de una regla de platino depositada en los Archivos de Francia. Después, en 1866 como acuerdo básico de la Convención Internacional del Metro convocada en París⁵¹, se sustituyó por un nuevo patrón “a trazos”, de platino con un 10 % de iridio, sección en X, que define el metro como la distancia entre dos trazos marcados en él, y que se conserva en la Oficina de Pesos y Medidas Internacional, Pavillon de Breteuil, Sèvres, cerca de París.⁵² Fig. 4.10.

En 1960 se vuelve a un prototipo con significación física. Y la XI Conferencia Internacional de Pesos y Medidas en Paris define el metro de nuevo como

⁵⁰En otro orden de ideas, resulta que, el kilogramo masa es algo superior a la masa de un decímetro cúbico de agua destilada, 1000,027 gramos. O lo que es lo mismo, que un litro es en realidad 1,000027 decímetros cúbicos.

⁵¹En la que participó y posteriormente presidió el español General Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, fundador y primer director del Instituto Geográfico Nacional.

⁵²Comisión Permanente de pesos y Medidas de España. Primer Centenario de su Fundación (1849-1949). Discurso de su Secretario Guillermo Sans Huelin. “esta longitud había de definirse en cada extremo de la regla por un sistema de tres trazos, a saber: un trazo central principal, que es el que limita la longitud del prototipo, y dos trazos laterales, situados a un lado y otro de aquel, a una distancia de 0,5 mm. Estos tres trazos están cortados por dos trazos longitudinales, a 0,2 mm. uno del otro, que determinan el eje de la regla”. Así, la regla sirve también de patrón del milímetro.

“1.650.763,73 longitudes de onda de la raya naranja del espectro de emisión del gas noble Kriptón 86 entre los niveles $2p_{10}$ y $5d_5$ ”. Con ello se consigue una incertidumbre de reproductibilidad inferior $a \pm 10^{-8}$.⁵³

Finalmente (hasta ahora, año 2010), se constatan importantes avances en la determinación de la velocidad de la luz en el vacío y en la medida del tiempo, y en 1983, de nuevo la Conferencia redefine el metro como “la longitud de camino atravesado por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299.792.458$ segundos medidos en tiempo atómico con un reloj de cesio 133”⁵⁴. Y la incertidumbre de reproductibilidad se ajusta hasta menos de $\pm 2,5 \cdot 10^{-11}$. Seguramente no tardarán en producirse novedades, pero para nosotros aquí ya es suficiente.

Volviendo a España, en 19 de Julio de 1849 Isabel II dicta la primera Ley que establece como obligatorio el Sistema Métrico Decimal en todos los dominios españoles.⁵⁵ Con la misma fecha se crea la Comisión Permanente de Pesas y Medidas a la que se encarga del desarrollo y vigilancia de la correcta implantación del Sistema.

El problema, de todas maneras, seguía siendo gigantesco y era preciso vencer una inercia de muchos siglos. Sin embargo, España a pesar de todas las turbulencias de su Historia Contemporánea, siguió insistiendo en el esfuerzo y obtuvo un puesto entre los 16 primeros Estados que ratificaron simultáneamente el 20 de Mayo de 1875 la Convención Internacional del Metro en París. Es grato señalar el destacado papel que desempeñó el General Carlos Ibáñez de Ibero e Ibáñez de Ibero, Geodesta de talla mundial en su tiempo, primer director y fundador del Instituto Geográfico Nacional y Presidente de la Convención.

El resto es ya Historia cercana. Terminamos refiriéndonos a una publicación oficial española de la segunda mitad del siglo XX, hacia los años sesenta, que permite valorar el calado de la actuación y lo necesario para emprenderla en 1801. Se trata de un libro de más de 200 páginas editado por el Ministerio de Agricultura, reeditado por lo menos dos veces más, y repartido en diversos departamentos ministeriales, especialmente los relacionados con la Propiedad Agrícola, el Catastro y la Ingeniería Cartográfica en general como elemento indispensable de consulta⁵⁶. Se ocupa de la pervivencia de las antiguas pesas y medidas en España, provincia a provincia, más de un siglo después de la Ley de

⁵³Roberto Rivas “Evolución de los Sistemas de Unidades”. Pg. 32 y sig. Presidencia del Gobierno. Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnica. Madrid 1975.

⁵⁴Ibidem. Pg 40 o en cualquier manual de Física. Renunciando a disquisiciones sobre los diversos tipos de tiempo, que se dan por sabidos, o conscientemente ignorados, el segundo de efemérides resulta valer 9.142.631.770 Hertz u oscilaciones de un resonador atómico de cesio 133, con error menor de ± 20 Hz. Lo que proporciona una precisión de $\pm 2 \cdot 10^{-12}$, compatible con el nivel de reproductibilidad arriba indicado.

⁵⁵Ley de Pesas y Medidas de 19 de Julio de 1849. Reglamento para su ejecución y disposiciones oficiales de carácter general referentes al planteamiento del Sistema Métrico Decimal. Imprenta del Colegio de Sordomudos y Ciegos. Madrid 1868. A petición del Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, Juan Bravo Murillo.

⁵⁶Ministerio de Agricultura. “Pesas, Medidas y Monedas. Resumen de las Unidades usadas en distintas provincias de España y otras del extranjero y sus equivalencias en el Sistema Métrico Decimal y paridades de diversas monedas con la peseta”. Tercera edición. Servicio de Publicaciones, Prensa y Propaganda. Madrid. (sin fecha).

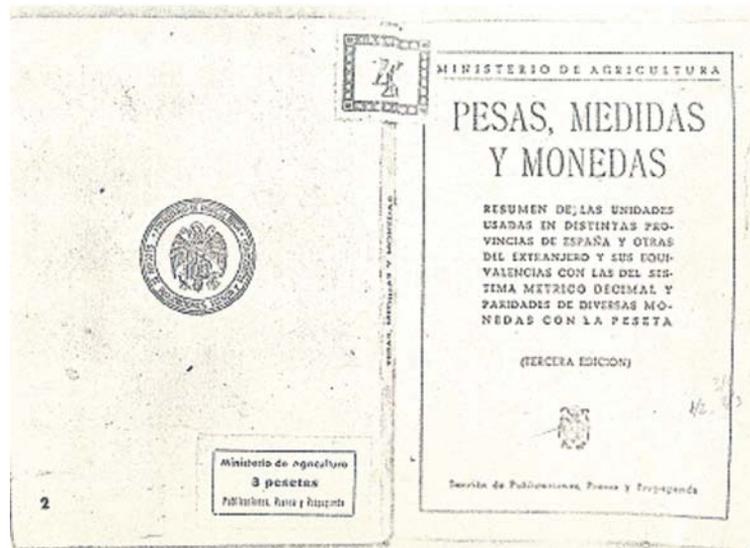


Figura 4.11: Publicación Oficial del Ministerio de Agricultura Español. Segunda mitad del Siglo XX.

1849. Fig. 4.11.

Solo en la primera página referente a la Provincia de Alicante constatamos que se sigue empleando la “vara” en longitud, cinco “tahullas” distintas, dos “jornales”, una “hanegada” y una “suerte” en superficie, y dos “cántaros”, una “barchilla” y una “aroba” en capacidad....

Después de todo, en España el esfuerzo de Gabriel Ciscar no fue estéril.

4.2.3. Gabriel Ciscar y Ciscar, científico, docente, militar, político, patriota y poeta.

Gabriel Ciscar fue protagonista junto con otras eminencias científicas del necesario primer esfuerzo, generalmente el más difícil, para poner en marcha el Sistema Métrico Decimal en el Mundo Occidental. Y por lo que respecta a España tuvo que arreglárselas prácticamente solo. La Ingeniería Cartográfica estará siempre en deuda con él. Con lo que antecede alcanzaríamos el objetivo del presente trabajo y doblaríamos página, si su personalidad poliédrica no tuviera tantas facetas que perderíamos la necesaria visión de conjunto si no nos refiriéramos a ellas, aún ligeramente y sabiendo que ya han sido explicadas ampliamente por especialistas a quienes nos remitimos.

Matemático de excelencia, es reconocido por diversos autores como el primero de España, una vez fallecido Jorge Juan.⁵⁷ Por otra parte, su obra científica tiene

⁵⁷V. Gascón Pelegrí “Introducción a la figura de Gabriel Ciscar y Ciscar. Científico valenciano de la Ilustración”. Pg. 59 Real Academia de Cultura Valenciana. Aula de Humanidades y

ALICANTE

RELACIÓN DE LAS MEDIDAS AGRÍCOLAS MÁS USUALMENTE EMPLEADAS, Y SU EQUIVALENCIA CON LAS DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL, REMITIDA POR LA SECCIÓN AGRONÓMICA.

Longitud:

Vara: 0,912 metros.

Superficie:

Tahulla: 0,0856 hectáreas.
Tahulla: 0,0953 hectáreas.
Tahulla: 0,1118 hectáreas.
Tahulla: 0,1185 hectáreas.
Tahulla: 0,1201 hectáreas.
Hanegada: 0,0831 hectáreas.
Jornal: 0,2980 hectáreas.
Jornal: 0,5868 hectáreas.
Suerte: 0,1467 hectáreas.

Capacidad:

Barchilla: 20,775 litros.
Cántaro: 11,50 litros.
Cántaro: 10,75 litros.
Arroba de aceite: 11,50 litros.

Figura 4.12: Separata del libro anterior. Primera página de la provincia de Alicante.

una destacada componente docente y académica motivada por su actividad en la Compañía y Academia de Guardias Marinas de Cartagena . En 1777 ingresó como alumno en ella y en cinco meses ya había alcanzado sus primeras y máximas calificaciones. Una vez graduado, y tras diversas misiones de paz y guerra, alcanzado el grado de Alférez de Navío, solicitó en 1783 la reincorporación a la Academia matriculándose en el Curso de Estudios Superiores junto con otros seis oficiales siendo eximido de asistir a clase por el entonces director, Jacinto Cerutti, “por hallarse en estado de imponerse en los estudios sin auxilio de maestro”. En octubre del mismo año se encargó de la clase de Navegación, en 1785 se aprobó su proyecto, plan y programa de Estudios Superiores y en 1788 accedió al cargo de Primer Maestro de Matemáticas y Director de la Academia, en el que cesó en 1798 al ser elegido para representar a España en París para el establecimiento del Sistema Métrico Decimal. Dejó en herencia científica y docente seis tratados, en nivel elemental y superior, que sirvieron de manuales de enseñanza y texto, civil y militar, durante más de medio siglo después de su publicación.

Son los de “Aritmética”, “Geometría”, “Cosmografía”, “Pilotaje”, “Tratado de Maniobra” y “Arte Militar Marítimo”. Fig 4.13⁵⁸. Obsérvese que en la portada del “Tratado de Pilotaje”, figura que fue escrito en 1803 y corresponde a una décima edición fechada en 1868. Actualmente constituyen no solamente codiciadas piezas de bibliofilia, sino admirables ejemplos de claridad de exposición y tratamiento riguroso de cuestiones matemáticas que resisten cualquier crítica moderna, desde el planteamiento a la disposición de los cálculos. Fig 4.14⁵⁹.

Aparte de las obras expuestas, su producción científica fue mucho más copiosa, abarcando desde la Trigonometría Esférica a la Gravimetría, pasando por la Astronomía de Posición, y otras muchas disciplinas técnicas.⁶⁰

Ciencias. Serie Histórica nº 4. RACV. Valencia 1989. Don Juan de Lángara, Director General de la Armada, recomendando su elección para representar a España en el Instituto Nacional de Francia “Es el primer hombre de la Nación, considerado por su saber matemático. Estoy cierto de que este oficial honrará a la Nación y al Cuerpo de la Armada.”11-7-1789. Del Discurso de Ingreso de José Echegaray en la Real Academia de Ciencias. “Historia de las Matemáticas Puras en nuestra España”. (Afrodisio) Aguado Editor. Madrid 1866.“...en la ciencias aplicadas, en las que como la mecánica, la astronomía, la geodesia, la navegación, son las matemáticas puras auxiliar poderosísimo.... hay dos nombres ilustres y de reputación europea... don Antonio de Ulloa y el insigne Jorge Juan... y al nombre de estos dos insignes varones debo unir en este respetuoso recuerdo otro más: el de don Gabriel de Ciscar....” Del Discurso de Ingreso en la Real Academia de Cultura Valenciana de Manuel López Pellicer, “Matemáticos Valencianos Novatores e Ilustrados en el siglo de Euler” pg. 75. RACV. Valencia. 2008. “...Jorge Juan murió en 1773 cuando otro gran valenciano, Gabriel Ciscar, apenas tenía 15 años. Pocos años después se consideraba a Ciscar el mejor matemático de España...”

⁵⁸Los Tratados de Aritmética y Geometría, son respectivamente la 5ª y 4ª edición. Están editados en Madrid, Imprenta Real, en 1832. El Tratado de Pilotaje es ya una Décima Edición y está editado en Madrid, Depósito Hidrográfico y fechado en 1868. Y no fue la última edición.

⁵⁹Determinación de la latitud de la nave por dos alturas del Sol y el intervalo horario. Teoría, praxis y disposición de cálculos, impecable, enjuiciada desde el siglo XXI.

⁶⁰Puede consultarse una relación exhaustiva en Justo Pastor Fuster “Biblioteca Valenciana de los escritores que florecieron hasta nuestros días y de los que aún viven” pg. 474 y sig. Imprenta y Librería de Ildefonso Mompíe. Valencia. 1830. Edición facsímil de la Real Academia de Cultura Valenciana. Valencia 1999. También en Martín Fernández Navarrete “Biblioteca Marítima Española” Opus cit. pg 524 y sig. De ambas fuentes listamos las obras que siguen:

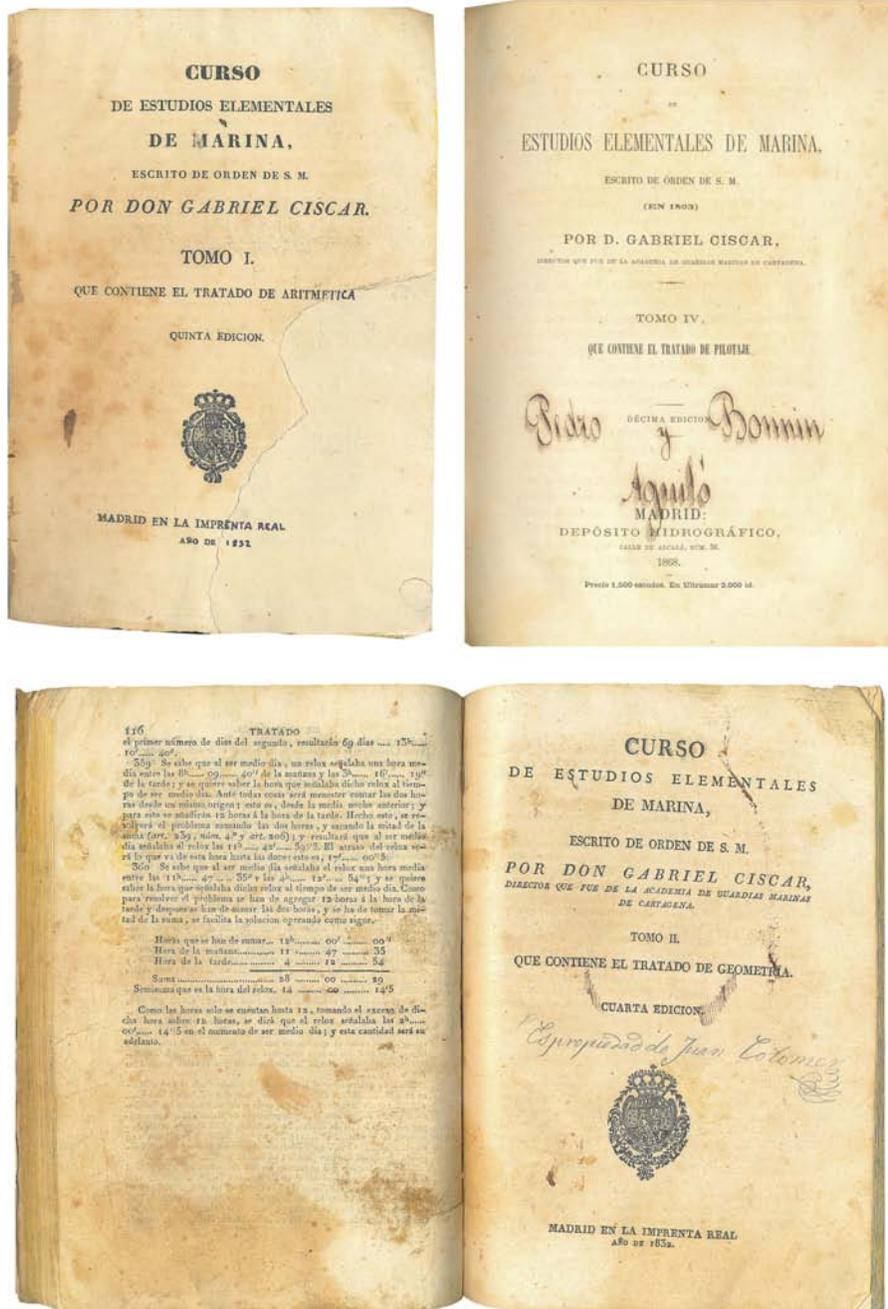


Figura 4.13: Tratados de Aritmética, Geometría y Pilotaje. Grado Elemental. Biblioteca privada de M.Chueca .

486 TRATADO

	Alturas verdaderas del Sol.	Horas de la noche.	Declinaciones del Sol.
Mayor.....	69°..0'..0"	0°..42°..0"	1°..4'..58"
Menor.....	40 ..0 ..0	5 ..18 ..0	
Intervalo.....		5 .. 6 ..0	
Hora media.....		2 ..45 ..0	1 .. 2 ..30
Semi-intervalo.....		2 ..33 ..0	
En grados.....		38°..15'..0"	
Distancia del Sol al polo elevado } al tiempo de la mayor altura.. }			88 ..65 .. 2

Resolucion del triángulo rectángulo *APe*.

<i>f</i> : sen. $\frac{1}{2}$ intervalo.....	38°..15'..0"	log.	9°79476
:: cos. declinacion media.....	1 .. 2 ..30	log.	9°99993
sen. <i>Ae</i>	38 ..14 ..50	log.	9°79469
Su duplo <i>Ae</i>	76 ..29 ..20		
<i>B</i> : tan. $\frac{1}{2}$ intervalo.....	38 ..15 .. 0	log.	9°89674
:: sen. declinacion media.....	1 .. 2 ..30	log.	8°25058
col. <i>Pa</i>	89 ..10 ..40	log.	8°45629

Resolucion del triángulo *AZa*.

Lado <i>Aa</i>	76°..29'..20"	c. a. log. sen...	0°01219
Lado <i>AZ</i>	24 .. 0 .. 0	c. a. log. sen...	0°44567
Lado <i>aZ</i>	89 .. 0 .. 0		
Suma.....	177 ..29 ..20		
$\frac{1}{2}$ suma....	88 ..44 ..50	log. sen.....	9°99989
Lado <i>aZ</i>	89 .. 0 .. 0		
Diferencia..	8 ..44 ..40	log. sen.....	9°48192
Suma de lo- } garitmos. }			19°63967
<i>ZAa</i>	48 ..40 .. 0	log. cos. $\frac{1}{2}$ <i>ZAa</i> .	9°81983
<i>PAa</i>	97 ..20 .. 0		
<i>PAa</i>	-89 ..10 ..50		
<i>ZAP</i>	8° .. 9' ..20"	log. cos. 9°9963834	
<i>AZ</i>	24 .. 0 .. 0	log. tan. 9°5844774	log. cos..... 9°9701517
tan. $\frac{1}{2}$	-20 ..48 ..24	9°5797628	log. cos. c. a. 0°0292862
<i>AP</i>	88 ..55 .. 2		
$\frac{1}{2}$	68 .. 6 ..44	log. cos.....	9°5743798
sen. latitud. 24°..54'..30"		log.....	9°5709177

Figura 4.14: Ejemplo de Cálculo Astronómico Logarítmico por Trigonometría Esférica. Tratado de Pilotaje.

La vida de Gabriel Ciscar se extendió durante los fatídicos reinados de Carlos IV y Fernando VII, en la España galdosiana de los tristes destinos correspondiéndole desempeñar un papel tan heroico como desinteresado y trágico. Patriota fernandista convencido, la guerra de la Independencia le lleva desde la Junta Superior de Cartagena en Agosto de 1808 hasta la Junta Suprema Central del Reino o Consejo de Regencia en Octubre del mismo año, mientras los dos Borbones huídos ofrecían al mundo el espectáculo de los acontecimientos de Bayona.⁶¹ Ciscar llegó a ser nombrado tres veces Regente por votación democrática, hasta 1814, en compañía de otros prohombres como Pedro Agar, el general Joaquín Blake, y el Cardenal y Arzobispo de Toledo Luis de Borbón y Vallábriga.

Durante la guerra la capacidad militar del Teniente General de la Armada Gabriel Ciscar quedó patente en numerosas ocasiones, siempre peleando en lucha desigual con las tropas napoleónicas, primer ejército del mundo. Ante semejante situación fue Ciscar el que dictó, en 28 de Diciembre de 1808, las normas conocidas como “Las Partidas”, tan decisivas para el resultado de la contienda como poco conocidas fuera de los círculos de profesionales de la Historia Contemporánea. En ellas se formaban unidades armadas con armamento ligero, “partidas” de 50 hombres de a caballo y otros tantos de a pie, que montarían a la grupa con los primeros en caso necesario, dotadas de gran independencia y movilidad y destinadas a hostigar al enemigo apareciendo y desapareciendo, en incursiones y correrías, y perturbándole de todas las formas posibles. Con resultado mucho más nominal que efectivo estaban asignadas a las órdenes inmediatas de los respectivos generales de las grandes unidades del Ejército regular. En una palabra, puede considerarse seriamente que Ciscar fue también pionero en la invención y práctica de la Guerrilla.

En pago de sus servicios, Fernando VII, el felón, le encarcela por Decreto dado precisamente en Valencia 4 de Mayo de 1814. Después de un verdadero calvario es puesto en libertad en 1815, pero desterrado a Murcia y luego condenado al ostracismo en Oliva, su ciudad natal valenciana.

En 1820, restablecida la Constitución e iniciado el Trienio Liberal es repuesto en su cargo de Regente. En 1823, cuando se produce la invasión de España por los “100.000 hijos de San Luis” al mando del Duque de Angulema escolta por voluntad real a Fernando VII hasta Sevilla, resguardándole de ser capturado.

“Examen marítimo teórico práctico, de D. Jorge Juan, aplicado a la construcción y manejo de los navíos y demás embarcaciones” 1793. “Tratado de Trigonometría Esférica” 1796. “Tratado de Oceanografía” 1796. “Explicación de varios métodos gráficos para corregir las distancias lunares para determinar la longitud en el mar” 1803. “Memoria sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares” 1809. “Memoria sobre Tablas Astronómicas”. 1810. “Consecuencias que se deducen de la observación con el péndulo invariable” 1807. Este último es un trabajo de muy alto nivel, pionero en el establecimiento y desarrollo de la moderna Gravimetría Científica en el que, entre otros logros, fija la longitud del péndulo simple que bate segundos en Madrid. Es subrayable, además, que la mayor parte de las obras didácticas reseñadas están escritas por orden superior, en lenguaje oficial, “por Real Orden de Su Majestad”.

⁶¹Cualquier Manual de Historia Contemporánea. También V. Gascón Pelegrí “Introducción a la figura de Gabriel Ciscar y Ciscar. Científico valenciano de la Ilustración”. Opus cit. Pg. 70 y sig.

Posiblemente no era consciente de que el propio Rey había intrigado con Francia para propiciar la invasión.

Declarado el Rey “en estado de enajenación mental, previsto por la Constitución”, al constatarse que parecía desear ser hecho prisionero obligó prácticamente a Ciscar a asistirle “...bajo pena de incurrir en su Real indignación en caso contrario”.

Restablecido en el poder absoluto, Fernando VII, derogada la Constitución e iniciada la Década Ominosa, completó su ingratitud condenándole a muerte en la horca, con la pena accesoria de confiscación de todos sus bienes.

Ciscar se salvó por intervención directa del general Burmont, conde de Bordesull, lugarteniente del Duque de Angulema, que le embarcó en Cádiz a la fuerza en un buque británico trasladándole a Gibraltar... Allí terminó sus días el 12 de Agosto de 1829 traicionado por su propio Rey, solo, desterrado y con el dolor añadido de tener a su familia lejos y arruinada y después de haber escalado en su patria por sus propios méritos y en tiempos convulsos de guerras y terrible agitación los puestos científicos, militares y políticos más altos.

En 29 de Abril de 1860 sus restos fueron exhumados y repatriados a España en la goleta “Ceres”, trasladados en La Carraca al navío español “Isabel II” y el 2 de Mayo enterrados con honores de Capitán General en el Panteón de Marinos Ilustres de la Ciudadela de San Carlos, ciudad militar de San Fernando en Cádiz, España, llegó un poco tarde.⁶²

Sin embargo Inglaterra sí estuvo a tiempo. Al llegar Ciscar a Gibraltar y ser informado de ello Sir Arthur Wellesley, Duque de Wellington, le otorgó una pensión vitalicia de 12.000 chelines británicos anuales, que le permitió acabar sus días con dignidad.

Durante su estancia en Gibraltar y hasta su muerte no se permitió la menor queja. Y como le era imposible permanecer inactivo, volvió a cultivar viejas aficiones de poeta y latinista y escribió su “Poema Físico Astronómico, en siete cantos divididos en Artículos” que publicó en 1828 y dedicó a su protector, el Duque de Hierro.

Una vez más, el trabajo de Ciscar como poeta, incluso en una obra que se pretende sea fundamentalmente didáctica, parece que está en la línea de calidad con el resto de su producción científica. Fig. 4.15⁶³. Críticos autorizados lo juzgarán así.

⁶²Importantes historiadores de la época que hemos citado se refieren a los últimos días de Ciscar con cierto sesgo. Martín Fernández de Navarrete, “Biblioteca Marítima Española”, opus cit. pg 526 se limita a escribir: “... se refugió en Gibraltar, donde permaneció hasta su fallecimiento el 12 de Agosto de 1829.” Y Justo Pastor Fuster “Biblioteca Valenciana de los escritores que florecieron hasta nuestros días y de los que aún viven” opus cit. pg. 472, es algo más extenso. “... Su Majestad, restituido felizmente a España, se dignó a tomar las riendas del Gobierno. En 1823 pasó a Gibraltar, donde murió el 12 de Agosto de 1829”.

⁶³Escribe Ciscar “A Su Gracia el Excelentísimo Señor Sir Arturo Wellesley... (siguen todos sus títulos) ...ofrezco esta composición didascálica.... V.E. suministrándome lo necesario para vivir desahogadamente, me ha proporcionado el dedicarme a escribirla... En todos los países del Mundo... donde son notorias las brillantes acciones de V.E. lo sea igualmente su generosidad en socorrer a los desgraciados que, en cuanto alcanzaban nuestras fuerzas, trabajamos por la libertad de la Patria durante la gloriosa guerra de la Independencia.”

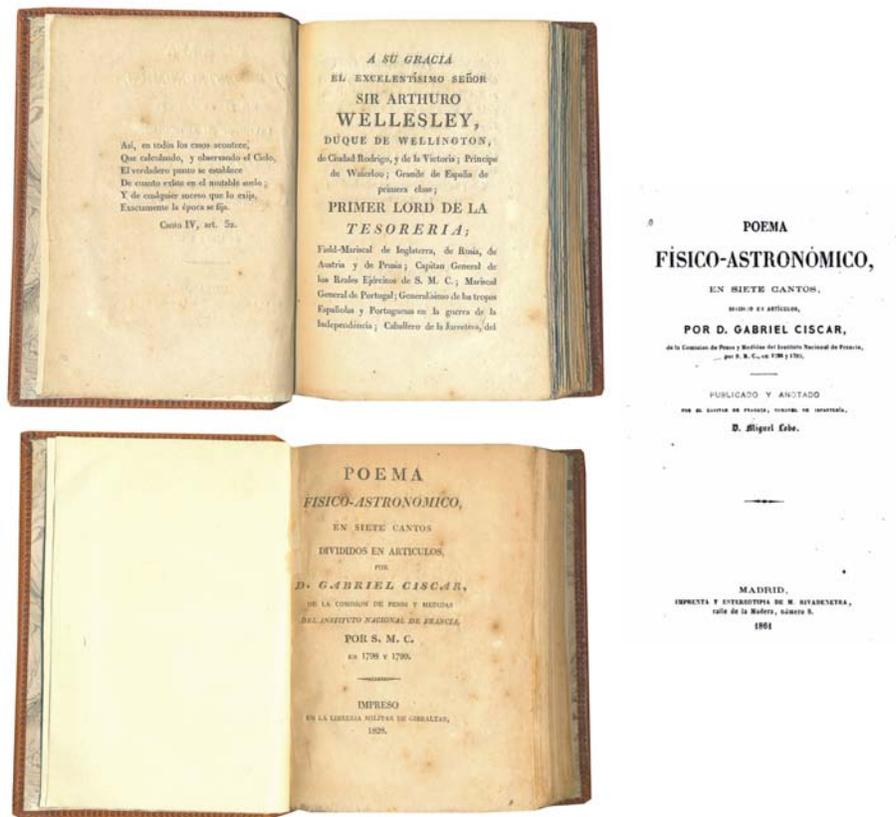


Figura 4.15: Poema Físico-Astronómico. (Arriba y Abajo). Página primera y dedicatoria al Duque de Wellington . Primera edición de 1828. Derecha, una edición de 1861. Biblioteca privada de M.Chueca.

La obra comprende más de 5.000 versos de arte mayor, generalmente endecasílabos y declara la influencia de Lucrecio (*De Rerum Natura*), Virgilio (*Geórgicas*), y Ovidio, (el mito de Andrómeda y Perseo). Desde un punto de vista puramente técnico, hay que decir que se trata de un tratado en verso que recorre con suficiencia la Astronomía descriptiva y de posición y la Física más avanzadas de su época. Se lee con gran facilidad y sorprende la claridad conceptual de exposición. Y todavía más, que haya sido compuesta a la para entonces muy avanzada edad de casi setenta años, con los naturales achaques físicos, y prácticamente de memoria, sin apenas posibilidad de consultar libro alguno.⁶⁴

Y no entramos ni sabríamos hacerlo en la valoración literaria de la obra, pero insistimos en que no debe ser desdeñable, puesto que ha sido editada en numerosas ocasiones hasta más de cincuenta años después de su primera publicación y ha sido objeto de estudios por más de un especialista, con resultados muy favorables⁶⁵, aún en tiempos tan recientes como el año 1995.

⁶⁴Gabriel Ciscar “Poema Físico Astronómico” prólogo pg. XII. Literalmente: “Espero que los lectores tendrán la bondad de disimular los defectos y los yerros, atribuyéndolos a la falta de libros, a la de vista, resultante de la prisión que sufrí en 1814 y 1815, a la necesidad de abandonar las Ciencias en 1808 para ocuparme exclusivamente de asuntos de Gobierno, y a la pérdida de memoria...”. Ni la más mínima queja o reproche. Impreso en la Librería Militar de Gibraltar. 1828.

⁶⁵Como ejemplo, Helena Herreros Taberero “Lucrecio y otras fuentes latinas en el Poema Físico – Astronómico de Gabriel de Ciscar y Ciscar”. Cuadernos de Filología Clásica. Estudios Latinos nº 8. Servicio de Publicaciones de UCM. Madrid 1995. Por cierto que nos permitimos señalar un ligero lapsus en el trabajo. Dice literalmente: “Aunque publicada por primera vez en 1828, fue compuesto según se indica en el subtítulo de la obra entre 1798 y 1799...”. Efectivamente, en el subtítulo y algo más arriba se lee “D. Gabriel Ciscar – de la Comisión de Pesos y Medidas del Instituto Nacional de Francia, por S.M.C. en 1798 y 1799”, que, como hemos visto en páginas anteriores se refiere a su ocupación en otros lugares y actividades muy alejadas de la poesía.

Capítulo 5

Y final, con una página colectiva valenciana contemporánea.

Disuelto el Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos y declarada la Guerra de la Independencia las iniciativas referentes a la Ingeniería Cartográfica en general y la Geodesia en particular fueron exclusivamente militares. Un general ilustrado, Joaquín Blake y Joyes y Melchor Gaspar de Jovellanos tratan de coordinar, con no demasiado éxito, los esfuerzos militares y civiles cooperando en un escenario de buen sentido y moderación desde las Cortes de Cádiz¹. Blake en 1810 encarga al Estado Mayor Español, creado a semejanza del francés, la formación de la Cartografía Nacional. En su escuela se establece y refuerza la enseñanza de la Geodesia y la Topografía. Las Academias de Ingenieros y Artillería realizan trabajos, algunos de gran mérito, y actualizan en el mismo sentido sus planes de estudios. En 1838 se crea el Depósito de la Guerra, donde se integran las secciones cartográficas de Estado Mayor.

Y como dice Ruiz Morales² “esta decisión resultaría con el tiempo crucial para el progreso de la geodesia en España, pues oficiales de Estado Mayor y de otros Cuerpos Militares (Marina, Artillería e Ingenieros) se transformarían años después en excelentes geodestas”.³

¹Miguel Alonso Baquer “Aportación militar a la Cartografía Española en la Historia Contemporánea”. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid 1972. pg.67. “...el binomio Jovellanos-Blake – binomio ilustrado cívico-militar- no podía, con el único resorte de la primacía del patriotismo, coordinar a los españoles de la Guerra de la Independencia, obcecados unos en la primacía del poder civil, - los diputados de Cortes – y otros en la primacía de la acción directa – los militares y guerrilleros – que en condiciones de inferioridad técnica lidiaban con los franceses con las armas en la mano”. Queda muy bien definida la situación.

²Ruiz Morales “Los Ingenieros Geógrafos” Opus cit. Pg 54.

³“Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros Geógrafos a 31 de Diciembre de 1959”. Talleres del Instituto Geográfico y Catastral. Madrid. Y tanto, en la fecha indicada, relativamente cercana, todavía se cuentan cincuenta militares de un total de ciento veinte miembros, incluyendo vacantes. Antes había muchos más, y en conjunto realizaron un meritoso trabajo

Las Cortes manifiestan su preocupación en 17 de Octubre de 1820 para que se forme la Carta Geográfica de España. Al año siguiente se pronuncian sobre el establecimiento de la Escuela Politécnica de Madrid, en la que se contempla la implantación de las enseñanzas de Ingeniería Geográfica. Dos nuevos intentos fallidos.

Un Real Decreto de 1 de Mayo de 1835, crea un cuerpo de Ingenieros Civiles con dos inspecciones, una de Caminos, Canales y Puertos y otra de Minas, cada una de ellas con su Escuela Especial correspondiente. En el mismo Decreto se establece una Escuela Especial de Ingenieros Geógrafos, que se vincula de nuevo al Observatorio Astronómico, que hay que refundar porque está en situación de desastre total. Domingo Fontán Rodríguez, precedido del prestigio bien ganado a través de numerosos trabajos entre los que destaca su excelente Carta Geométrica de Galicia a 1:100.000 y doce hojas a que antes hicimos mención⁴ es nombrado Director de la Escuela y del Observatorio, encargándosele también la confección del Mapa Nacional.

Nuevo fracaso. Dice Ruiz Morales, citando otras fuentes⁵ que la causa, seguramente inadvertida por la Administración, pudo deberse a la suma de dos infortunadas circunstancias: En primer lugar Fontán contemplaba el Mapa Nacional como una ampliación de su Mapa de Galicia, y en aquel momento había planteado un pleito contencioso con el Gobierno acerca de sus derechos de propiedad. Y en segundo lugar, los ya consolidados Cuerpos de Caminos y Minas no veían con buenos ojos la aparición de un tercero en discordia al que en principio tenían que prestar ayuda docente destacando profesores a la nueva Escuela de Geógrafos con serio peligro de interferencia en las atribuciones que ya habían asumido de hecho.

Después del fiasco Fontán el proceso adquiere caracteres erráticos. Todos parecen estar de acuerdo en la urgencia de disponer de medios materiales y humanos adecuados y situar a España en línea con las naciones más avanzadas en temas cartográficos. Se complica la situación con sucesivas surgencias del problema del Catastro, siempre latente, donde Francisco Coello⁶ realiza una gran labor lamentablemente desperdiciada. Por Decreto de 11 de Enero de 1853, reinando Isabel II y refundiendo la legislación anterior, se crea la Dirección de

absolutamente civil.

⁴Ver nota 19 Sección 4.1.

⁵Requena Rodríguez "Geografía de Estado" Opus cit. pg.166-67.

⁶José Martín López "Francisco Coello. Su vida y obra". Ministerio de Fomento. CENIG. Madrid 1999. Coello era miembro de la Comisión de Estadística desde 1958, y siendo conocida la inmemorial ocultación de los datos imponderables catastrales trató de iniciar nada menos que un autentico Mapa Catastral de España, científico e indiscutible. Necesitaba para ello gente técnicamente preparada y consiguió fundar en 1859 la Escuela Teórico Práctica de Ayudantes, que en 1861 pasó a denominarse más apropiadamente, Escuela Especial de Topografía Catastral. Los tiempos no eran demasiado propicios para semejante empresa. Disturbios, pronunciamientos y Ramón María Narváez, "el espadón de Loja" al poder. Protestas airadas de grandes terratenientes y Narváez, que acababa de encerrar en Prisiones Militares al General Serrano, a Salmerón en la cárcel del Saladero, expulsado de su cátedra a Castelar y deportado a Rios Rosas, bajo pretexto de mal estado económico suprime el 31 de julio de 1866 las Direcciones de Operaciones Geográficas y de Estadística, fuerza la dimisión de Coello y diluye la Escuela en 1869.

la Carta Geográfica de España y se inician las operaciones. Y a continuación el Mapa pasa, según Núñez de las Cuevas, por la Comisión de Estadística (1859), de nuevo el Depósito de la Guerra (1666), la Junta General de Estadística (1870), y finalmente el Instituto Geográfico en el mismo año de su creación, también 1870.

Es de resaltar, y así lo reconocen diversos autores, que a pesar de todo y con mayor o menor intensidad, según disponibilidades y circunstancias, los ingenieros y técnicos civiles y militares encargados de los trabajos geodésicos siguieron adelante con ellos en un alarde de intachable profesionalidad. Entre ellos el entonces capitán de Ingenieros Militares en escala cerrada⁷ Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero que ya había dirigido la medición, entre mayo y octubre de 1858, de la Base Fundamental de la Red Geodésica de Primer Orden Española en la llanura de Madrudejos, ciudad situada al sur de Madrid y a unos 110 km. por la carretera de Andalucía, en la Provincia de Toledo. Primer Director y Fundador del Instituto Geográfico de España en 1870, su figura, obra y prestigio no desmerecen ante los más importantes Geodestas de la época⁸.

⁷Los Ingenieros Militares y Artilleros de la época tenían lo que llamaban “escala cerrada”, procedente del compromiso de honor de no aceptar más ascensos que por antigüedad, renunciando a los obtenidos por méritos que sustituían por condecoraciones u otro tipo de recompensas.

⁸José Martín López “Cartógrafos Españoles”. Pg. 147 – 49. Ministerio de Fomento. Madrid 2001. También María Carmen Martínez Utesa “Ciencia y Milicia en el siglo XIX en España. El General Ibáñez e Ibáñez de Ibero”. Tesis Doctoral. Ministerio de Fomento. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. Madrid 1995. Ángel Paladini Cuadrado “El General Ibáñez. Su personalidad militar y humana”. Conferencia leída en la Real Academia de Ciencias en 5 de Febrero de 1991, conmemorando el centenario de su muerte. Prensa de la época. En especial “La Ilustración Nacional” número de 6 de Febrero de 1891. C/Almirante nº 2. Director y propietario Arturo Zancada y Conchillos. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825, Barcelona – 1891, Niza). Subteniente de Ingenieros en la Academia de Guadalajara en 1841. Teniente en 1843. Hasta 1854 toma parte en diversas operaciones militares dentro y fuera de España en las que se distingue, ascendiendo por los méritos contraídos a capitán y segundo comandante, siendo galardonado con la Cruz de San Fernando. En 1854 es nombrado miembro de la Comisión del Mapa de España. Ya teniente coronel es Secretario de la Junta General de Estadística y Académico de la Real de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Numerosos trabajos científicos acrecientan su prestigio, siendo elegido Primer Presidente y Fundador de la Asociación Geodésica Internacional en 1866. En el mismo año es representante de España en la Comisión Internacional de Medidas, Pesos y Monedas. Subdirector de Trabajos Geodésicos en 1870, y en el mismo año primer Director y Fundador del Instituto Geográfico y Estadístico. Iniciador del Mapa Nacional a escala 1:50.000. Brigadier en 1871. Mariscal, empleo sustituido después por General de División en 1871. Escribe en el mismo año la “Descripción Geodésica de las Islas Baleares”. Con una segunda regla, modelo 1865 mejorado de la primera, mide en Suiza la base de Aarberg. Marqués de Mulhacén por sus trabajos en el enlace España-Argelia en 1889. En el mismo año, diferencias con el ministro de Fomento Conde de Xiquena sobre el control económico del presupuesto del Instituto Geográfico le obligan a dimitir. Fija su residencia en Niza, lleno de honores, especialmente concedidos fuera de España, y muere en 28 de Enero de 1891. La guarnición militar francesa le rinde honores póstumos como general y científico eminente. No deja bienes suficientes para pagar un sepelio digno, que afortunadamente financió el Ministerio de la Guerra español, importando 2891,91 francos. Pero no se consigue trasladar sus restos a España. Y en Niza siguen, olvidados por todos los gobiernos españoles que se han sucedido hasta la fecha. En “La Ilustración Nacional” número citado, se publica su retrato a toda plana y en portada acompañado de una extensa necrología firmada por Jimeno de Urrea que dice, entre otras cosas, “Aquí, donde si abundan los literatos, poetas y artistas, escasean los hombres de ciencia, la muerte de D. Carlos Ibáñez deja un vacío muy difícil de llenar. La

Así, la medición de la base citada, con la instrumentación inventada y desarrollada por Santos Saavedra y él mismo y que luego perfeccionaría, despertó la expectación internacional suficiente como para que acudiera a las operaciones como observador particularmente interesado el geodesta de fama mundial Comandante de Ingenieros Aimè Laussedat, Profesor de la Escuela Politécnica de París y autor, con tecnología e instrumentos de su invención, de alguno de los primeros levantamientos por Fotogrametría Terrestre de la Historia.

En España, y con la persona del después General Ibáñez, protagonista e impulsor también de la creación del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos por Decreto de 9 de Abril de 1900 se inicia realmente la Ingeniería Cartográfica Española contemporánea en línea con el resto de las naciones avanzadas europeas y americanas. Como generalmente sucede, con casi un siglo de retraso. Algún político debería tomar buena nota y aprender de ello.

El Decreto de 12 de Septiembre de 1870 del Ministerio de Fomento, firmado por José Echegaray, que organiza la Dirección General de Estadística, crea un centro científico que se denominará Instituto Geográfico cuyo Reglamento se publica el primer día de Octubre de 1870⁹.

Con el Instituto se reemprende por fin el camino que nunca se debió descuidar. Sucesivamente se llamará Instituto Geográfico, Instituto Geográfico y Estadístico, Instituto Geográfico y Catastral, Instituto Geográfico Nacional, tal vez en el futuro reciba alguna denominación más, pero ya alcanza la masa crítica material, tecnológica y humana necesaria para que se pueda esperar razonable-

envidia y ese fatal prurito que hay en España de negar mérito a los que lo tienen indudable, al mismo tiempo que se ensalza hasta el quinto cielo a charlatanes audaces, han hecho esfuerzos extraordinarios para aminorar la justa fama del ilustre geodesta, y si éstos resultaron vanos, fue tal vez por la reputación europea que en buena lid conquistó con sus trabajos científicos el ilustre general. Una existencia consagrada desde los años juveniles a la ciencia, en este país donde solamente obtienen fáciles triunfos los oradores, los políticos y los leguleyos, y donde todo se vuelven dificultades para el que dedica su inteligencia a la resolución y estudio de arduos problemas científicos, toda una vida de laboriosidad incesante, raya en lo inconcebible, y es un mito, o por lo menos una excepción..... La muerte le sorprendió traidoramente en el extranjero, adonde le habían llevado disgustos de carácter íntimo. La última morada que en vida habitó el general Ibáñez, fue la más propia de un sabio. El observatorio de Niza. La guarnición francesa de esta ciudad rindió al cadáver del ilustre General español honores dignos de su jerarquía en el ejército español y, más aún, de su sabiduría.” Todo parece indicar que, a pesar del severísimo semblante reflejado en la iconografía que se conserva de él, su vida privada pudo ser un tanto irregular. Ibáñez estaba casado en segundas nupcias con D^a Cecilia Grandchamp y Rosset. A su fallecimiento y con fenomenal escándalo apareció en Madrid su primera esposa D^a Amalie Baboulène y Thenié, procedente de Francia, su tierra natal, donde vivía separada desde hacía largo tiempo, con la pretensión de reivindicar la pensión de viudedad del ilustre finado. Ibáñez había sido bigamo. Hubo rasgado de vestiduras general, su título nobiliario fue suprimido por Real Decreto de 8 de Abril de 1909 y su memoria, lapidada. Solo faltó que le declararan analfabeto a título póstumo. Ángel Paladini, junto con otros biógrafos del General, escribe, Opus. cit: “Naturalmente, no traería aquí tan vidrioso asunto si no fuera para defender la buena memoria del General Ibáñez pues creo firmemente que se casó en segundas nupcias en la convicción moral de que su primera esposa había muerto, como lo demuestran los hechos siguientes...” . Y lo demuestra. Pero, en nuestra opinión, aunque no lo demostrase sería igual. Ladrán, luego cabalgamos.

⁹Ruiz Morales “Los Ingenieros Geógrafos” Opus cit. Pg 223 y sig . Recoge el texto completo del “reglamento rectificado publicado en la Gaceta de Madrid, n^o 274, de 1 de Octubre de 1870, pg. 1 a 3”

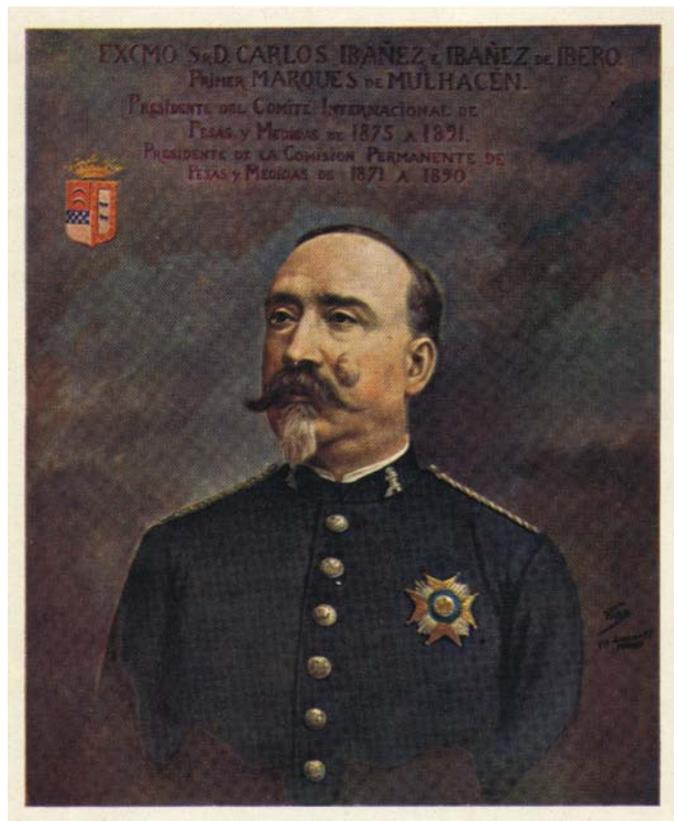


Figura 5.1: El General Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, primer Marqués de Mulhacén

mente que la Ingeniería Cartográfica sea un hecho permanente en España.

Desde el inicio del periodo que estudiamos, la teoría de aplicación era muy conocida y se había contrastado en la práctica en numerosas ocasiones como ya hemos visto y con satisfacción¹⁰.

Un Mapa Nacional como el español, se iniciaba con las operaciones Geodésicas de Proyecto de Red de Triangulación Básica sobre el elipsoide local escogido. A partir de un Datum o punto fundamental cuyas coordenadas se determinan por observaciones astronómicas, bastará con medir un lado de la red primordial o de Primer Orden para obtener las dimensiones de todos los triángulos. En la práctica, dicha función se realiza midiendo una base y ampliándola trigonométricamente mediante la observación y cálculo de una figura de geometría adecuada. La operación descrita o “puesta a escala de la Red” debe realizarse con la máxima precisión que sea dado alcanzar, ya que cualquier error cometido se trasladará íntegramente a todos los vértices. Es necesario por ello completar la puesta a escala con la medida de algunas bases adicionales de comprobación. Debe entenderse que estamos ante las operaciones métricas de Ingeniería Cartográfica de mayor precisión concebibles en una nación avanzada, debiendo ser realizadas por personal de la más alta cualificación científica y técnica.

La base ampliada da lugar a un lado de la Red de Primer Orden formada por cadenas de triángulos siguiendo meridianos y paralelos, generándose grandes cuadriláteros interiores que se rellenan con otros triángulos de análoga dimensión a los anteriores y se apoyan en ellos. La longitud de los lados, hasta donde sea posible, se procura que no baje de 25 ni exceda los 60 km. La configuración óptima del triángulo geodésico es la equilátera. Obviamente, el terreno manda y sobre todo cuando se trata de enlazar con otras naciones o a través del mar hay que resolver el problema como mejor se pueda.¹¹ Fig.5.2.

Las Redes de Segundo y Tercer Orden densifican la de Primero, y se enlazan y apoyan entre sí y a partir de las bases medidas. El triángulo de la Red de Tercer Orden se resuelve ya como plano (lados de 5 a 10 Km.)¹² y con él se entiende que termina la Geodesia y se entra en el terreno de la Topografía. Y de nuevo es preciso apoyar en ella una triangulación topográfica básica, con triángulos de lados comprendidos entre los 2 y 5 Km¹³. Finalmente, se procede

¹⁰Para llegar al detalle, nos remitimos a las antiguas Instrucciones del Instituto Geográfico: En lo que concierne a Geodesia de Primer Orden, Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, “Instrucciones para los Trabajos Geodésicos”. Establecimiento Tipográfico de R. Labajos, calle de la Cabeza, 27. Madrid 1878. En Geodesia de 2º y 3er Orden, Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. “Instrucciones para los Trabajos Geodésicos de 2º y 3er Orden”. Imprenta de la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. Madrid 1908.

¹¹El promedio de los lados de la Red de Primer Orden es de 50 Km., con las excepciones de los triángulos de enlace Península Ibérica – Argelia, Baleares, Península, y Canarias - África, que contienen lados que exceden los 250 Km. (Ejes entre los vértices Mulhacén (Granada) y Tetica de Bacares (Almería) con M’Sabiha y Filhausen en Argelia y eje Muda, isla de Fuerteventura – Izaña, isla de Tenerife, próximo al Teide, en el enlace de Canarias)

¹²Instrucciones para los Trabajos Geodésicos de 2º y 3er Orden” Opus. cit. pg. 6 art.3. El lado de la Red de Segundo Orden, pg. 5 Art. 2 tendrá una longitud comprendida entre 10 y 25 Km.

¹³“Instrucciones para los Trabajos Topográficos”. Pg. 7 Art. 4. Establecimiento Tipográfico

al relleno del detalle. Ultimado, aceptado y depurado el Proyecto, se observa y calcula la Red compensándola por secciones y no rigurosamente, ya que el cálculo riguroso conjunto por mínimos cuadrados ha sido simplemente inabordable hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando se pudo contar con el auxilio de las primeras computadoras de suficiente capacidad de tratamiento.¹⁴

El levantamiento planimétrico se complementaba con el altimétrico, tanto en Geodesia como en Topografía. La nivelación Geodésica de Precisión por itinerarios simples y dobles, siguiendo vías de comunicación y operando por alturas y la Topográfica por alturas¹⁵ con el relleno por pendientes¹⁶.

El resultado debe ser el Mapa de la Nación de que se trate, a escala media y por hojas, de calidad suficiente para atender con eficacia y por largo tiempo a cualquier tipo de solicitud razonable que le sea requerida. En España lo bien cierto es que la vigencia de los trabajos descritos ha permanecido inmovible hasta hace poco. El Mapa así proyectado, ejecutado y publicado por el Instituto Geográfico a escala 1:50.000 ha constituido la Cartografía Oficial Básica hasta 1975, año en que el mismo Instituto inició la publicación de la serie 1:25.000, por supuesto que fundamentada en la métrica del primero. Y aún hoy sigue vigente y útil. En el resto de las naciones avanzadas ha sucedido prácticamente lo mismo.

Volviendo a nuestra narración, en el último tercio del siglo XIX la Red Geodésica de Primer Orden de España Peninsular y Baleares es ya una realidad. Está bien proyectada, cuenta con cuatro cadenas de meridianos (Salamanca, Madrid, Pamplona y Lérida), tres de paralelos (Palencia, Madrid y Badajoz) y tres costeras (Norte, Sur y Este), enlaza con Baleares, Francia a través del Pirineo y la meridiana de Dunkerque, y Argelia desde Sierra Nevada y con mayor o menor actividad pero sin detenerse progresan continuamente los trabajos de observación y cálculo. Los cuadriláteros en que la red de cadenas divide la Península han sido triangulados también resultando en conjunto una malla de alrededor de 550 vértices bastante bien conformados. De todos ellos están ya elegidos y marcados 485 a finales de 1865, según información del propio Ibáñez.

Su estructura se representa en la figura 5.2. España cuenta con una buena

de R. Labajos, calle de la Cabeza, 27. Madrid 1878. Reedición en Imprenta de la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. Madrid 1908. De nuevo y para profundizar en la cuestión, nos remitimos a las Instrucciones citadas.

¹⁴En el Mundo Occidental, trabajos del Coast and Geodetic Survey norteamericano al principio de la década de los cincuenta del siglo XX, tiempos de guerra fría, dentro de la compensación conjunta de la Red Geodésica Europea. Con su ayuda, entre junio de 1950 y julio de 1951 se pudo compensar la Red de Primer Orden Española, inicialmente referida al Datum Madrid y elipsoide de Struve, por mínimos cuadrados, observaciones condicionadas y método de Doolittle-Gauss, resolviendo un sistema de ecuaciones normales de 2.348 ecuaciones con otras tantas incógnitas. Junto con el resto de las Redes de Europa Occidental, el resultado, además, se refirió y ajustó al Datum Postdam, elipsoide internacional de Hayford, Meridiano de Greenwich origen de longitudes. Así se pudo cumplir el antiguo Acuerdo de la Asociación Geodésica Internacional, en su Asamblea celebrada en Madrid en 1924. Adicionalmente pudo contarse con el llamado “vuelo americano” del Army Map Service como excelente ayuda a los trabajos del Mapa Oficial 1:50.000. Recuérdese el primer sistema de treinta y una ecuaciones normales que resolvió Bessel a base de papel y lápiz...

¹⁵“Instrucciones para los Trabajos Geodésicos” Opus. cit. pg. 128 y sig.

¹⁶“Instrucciones para los Trabajos Topográficos” Opus. cit. pg. 50 y sig.

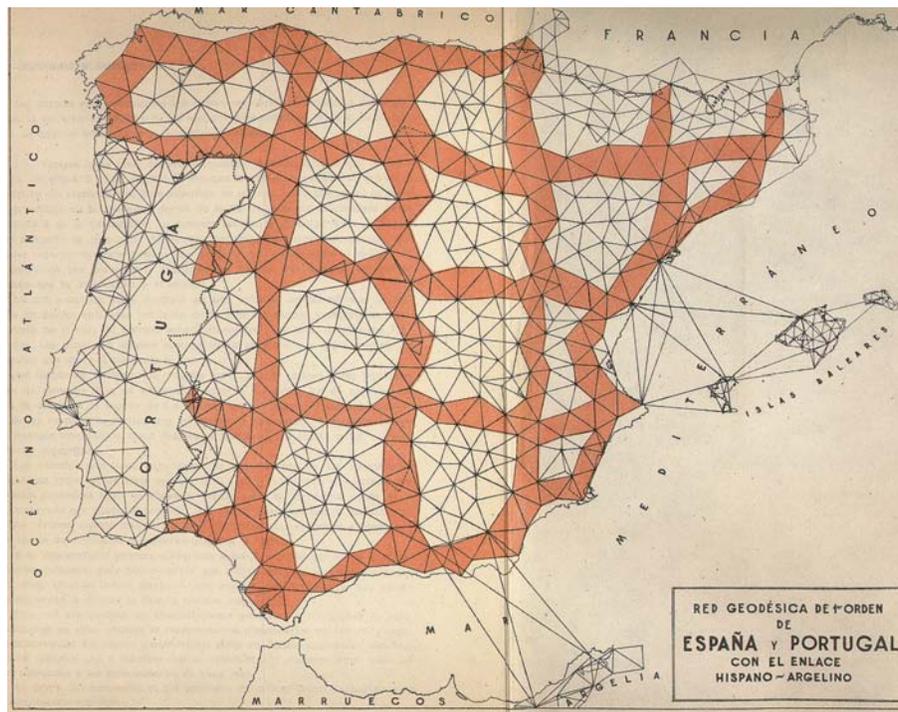


Figura 5.2: Red geodésica española peninsular por cadenas de meridianos y paralelos, rectángulos de relleno y enlaces con Argelia y Baleares.

organización, dirección brillante, recursos humanos procedentes de un cuerpo de ingenieros nutrido por excelentes profesionales, instrumentación moderna suficiente, adecuada y por lo que concierne a medida de bases, de novedad mundial. Por el momento, hasta parece que hay voluntad política. Más pronto o más tarde, se dispondrá de un Mapa Nacional. La escala ya se ha elegido, será un 1:50.000 y la proyección poliédrica o policónica de Gauss, que permite considerar cada hoja por separado como representación exacta del terreno y tomar sobre ella cualquier medida lineal, superficial o angular, de acuerdo con la escala.¹⁷ El Datum y meridiano fundamental, Madrid, en el Observatorio Astronómico situado en los Altos de Atocha. Sus coordenadas 40°24'30" de latitud Norte y 3°41'16" de longitud Oeste de Greenwich. Se adopta como elipsoide de referencia el propuesto por Frederick von Struve en 1860, de semieje mayor $a = 6.378.298,30$ metros y aplanamiento $\alpha = 1/294,73$. Vértice fundamental de la Red Altimétrica, el nivel medio del mar determinado por la estación mareográfica de Alicante. En 1875 se publica la primera hoja, Madrid, a la que corresponde el número de orden 559. Fig. 5.3, y la de Colmenar Viejo con el 534.

El geodesta alemán general Baeyer escribió "España ha trazado un plan de trabajos tal, que si se realizara oscurecería todo cuanto en el dominio de la Geodesia se ha intentado hacer en el Continente"¹⁸. Resulta, como de costumbre, glorioso. Luego, la prudencia obliga a recordar que tras la Pascua Florida llega el Cuarto Ayunar, que decía nuestra sabia literatura del Siglo de Oro. Pero aprovechemos el momento, que recomienda la más antigua sabiduría grecolatina. Porque para un profesional solo hay una satisfacción mayor que publicar la primera hoja de un gran Mapa: publicar la última. Por lo que al Mapa se refiere, a finales del siglo XIX han aparecido las primeras hojas y con ellas también y entre generales alabanzas, las primeras críticas. La fundamental y generalizada, lentitud en la publicación de las hojas. Totalmente cierta, pero con los medios disponibles el general Ibáñez no daba abasto a más. En 1903 habían aparecido 125 hojas. Cualquier extrapolación temporal daba vértigo y la verdad es que hasta 1968, con la publicación de la hoja nº 1.125 de San Nicolás de Tolentino, provincia de las Palmas de Gran Canaria, no se completó el empeño y dicho sea de paso, con la eficaz colaboración del Servicio Geográfico del Ejército que se ocupó de la ultimación de 219 hojas.¹⁹ Ha costado un siglo. Pero se ha

¹⁷El Mapa, incluyendo Baleares y Canarias, consta de 1.106 hojas. 1.036 corresponden a la Península, 26 a las Baleares, 42 a las Canarias, 1 a las Islas Columbretes y 1 a la de Alborán. Referidas al elipsoide de Struve, Datum Madrid, cada una de ellas está comprendida entre dos paralelos separados 10' sexagesimales en latitud y dos meridianos separados 20' sexagesimales en longitud, con una superficie que varía entre los 497 Km² (aprox.) las más septentrionales y 603 Km² (aprox.) las más meridionales, debido a la convergencia de meridianos que genera la forma levemente trapezoidal de las hojas, solo apreciable cuando se trata de formar un mosaico con buen número de ellas. La altimetría está referida al nivel medio del mar en Alicante. Curvas de nivel con equidistancia de 20 metros. Hojas dibujadas a mano sobre piedra. Litografía en cinco colores. En el siglo XIX era difícil encontrar nada mejor.

¹⁸Instituto Geográfico y Catastral "Biografía del General Ibáñez de Ibero, Marqués de Mulhacén". Madrid 1957. Texto de la conferencia pronunciada por su hijo del mismo nombre y título.

¹⁹La hoja 1.125 se entregó por el Servicio Geográfico del Ejército, con el que se había llegado a un acuerdo de colaboración en virtud del cual le fueron encomendadas 168 hojas, que

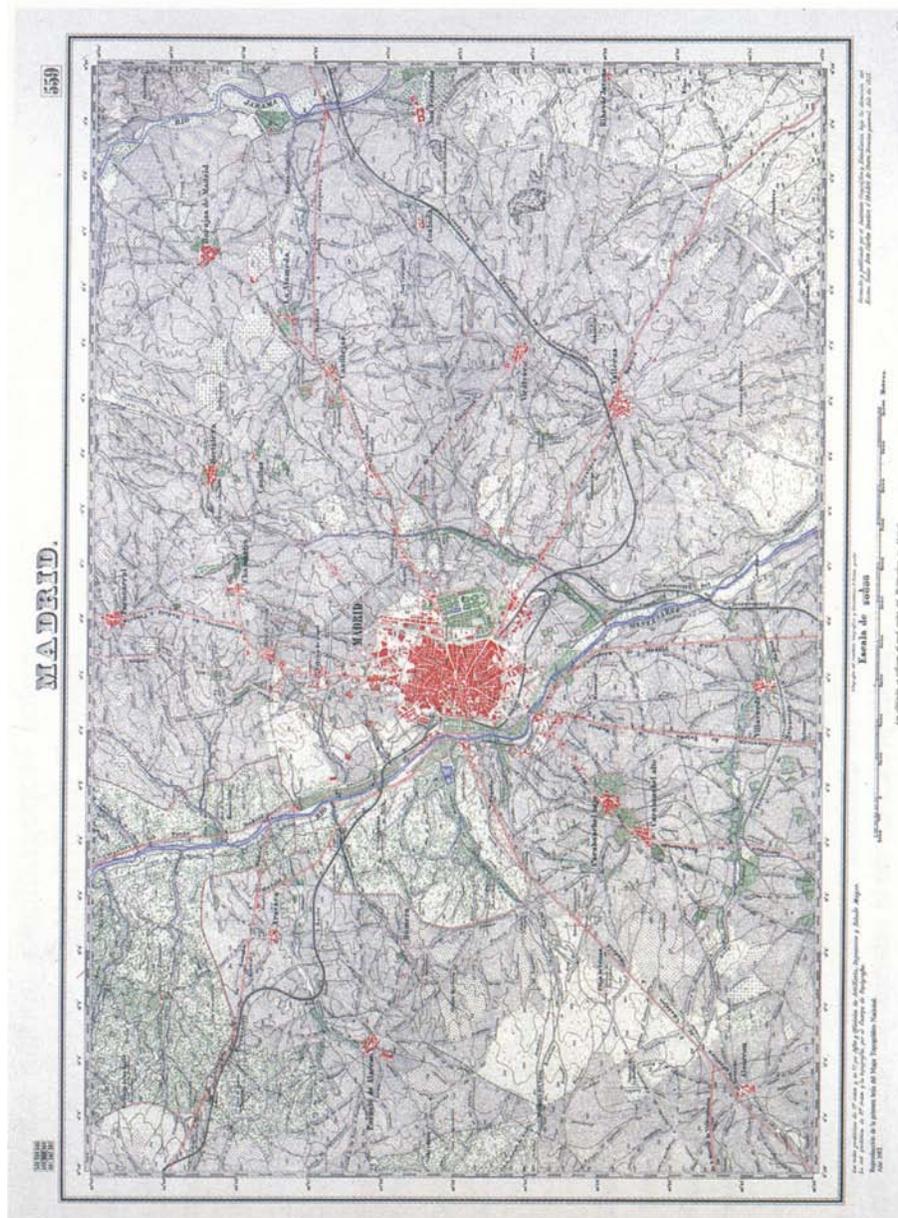


Figura 5.3: Primera hoja publicada del Mapa Nacional 1:50.000. Madrid 1875. Hoja 559.

terminado, se ha hecho razonablemente bien, y eso es lo que a fin de cuentas importa.

Por supuesto que posteriormente se han alcanzado logros y producido acontecimientos relevantes para la que podemos llamar Gran Historia de la Ingeniería Cartográfica Occidental y Española, pero el bosquejo básico queda descrito.²⁰ Y queda nuestra Pequeña Historia. La página valenciana, que resiste dignamente la comparación con cualquier otra, y que en este caso ya no es individual, propia de alguna figura insigne, sino colectiva, debida al esfuerzo común de un admirable grupo de profesionales.

Se trata ahora de estudiar y poner de manifiesto algunos aspectos relevantes de la Historia de la Ingeniería Cartográfica de la Comunidad Autónoma de Valencia²¹.

Aprobado el Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana por Ley Orgánica 5/1982 de 1 de Julio de 1982, todavía tendrían que pasar casi tres años más hasta que se completara el Proceso de Transferencias²².

Un primer antecedente se identifica en el II Congreso Nacional de Topografía y Cartografía (TOPCART), celebrado en 1982 en la Universidad Politécnica de Valencia, Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Cátedra de Topografía, en el que con toda claridad se solicitó la creación urgente de una Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica, lo que en el argot universitario se conoce como Enseñanzas de Primer Ciclo, y se estructuraban las líneas generales de un Proyecto mucho más ambicioso que incluía el establecimiento de enseñanzas superiores regladas de Segundo y Tercer Ciclo, entonces inexistentes en España, con creación de titulación oficial de Ingeniería Superior y acceso al Doctorado a través de programas específicos de grado. Como una ilusionada esperanza, en un horizonte entonces lejano, se mencionaba la posibilidad de contar algún día con un Instituto Cartográfico Valenciano, de condición interuniversitaria o dependiente del Gobierno Autonómico como Organismo Autónomo o Ente de Derecho Público²³. Eran tiempos en los que la

fueron ejecutadas con escrupulosa profesionalidad. Escribe Paladini (“Notas para la historia del Mapa Topográfico Nacional de España”, Militar. Revista de Cultura Militar. Nº 3 pg. 83 a 100. Edit. Universidad Complutense, Madrid 1991), que junto con 51 hojas que confeccionó el Depósito de Guerra, la contribución militar al Mapa alcanzó las 219 hojas. El territorio peninsular se terminó poco antes, en 1964, con la publicación de la nº 653, de Valdeverdeja (Cáceres). Las islas Baleares se concluyen en 1965.

²⁰Para más información, se sugiere consultar la obra “M.Chueca et al. “Compendio de Historia de la Ingeniería Cartográfica” Opus. Cit., diversos capítulos de donde hemos extraído lo que antecede.

²¹La fuente principal en lo que sigue será M.Chueca et al. “Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana. Universidad Politécnica e Instituto Cartográfico. Su Pequeña Historia”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2003.

²²Dicho acontecimiento se produjo en el Salón Dorado del Palacio de la Generalidad Valenciana, en 3 de Octubre de 1985, firmando el entonces Vicepresidente del Gobierno Excmo. Sr. D. Alfonso Guerra González y su coetáneo Presidente de la Generalidad, Muy Honorable Sr. D. Juan Lerma Blasco.

²³Véanse papeles del TOPCART-82.- 8-13 de Noviembre de 1982. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía – Universidad Politécnica de Valencia. En especial ponencia del 10 de Noviembre “Aspectos de la Enseñanza de la Topografía en las Escuelas Técnicas Superiores”, presentada y leída por M. Chueca.

Informática se presentaba en alguna Ponencia como una novedad en Topografía. Fig. 5.4.

La realización del que vamos a llamar Proyecto Cartográfico de una Autonomía requiere, como cualquier otro de índole similar, la disposición y empleo de recursos materiales y humanos suficientes y adecuados, tanto en calidad como en cantidad. En cuanto a los primeros, solo pueden obtenerse a través de la formación de una voluntad política favorable que propicie la resolución de la siempre áspera cuestión económica, con los debates y aprobaciones, en su caso, de los sucesivos presupuestos que requiera el programa de operaciones. En cuanto a los segundos existen dos posibilidades:

- Importar los técnicos necesarios para la puesta en marcha y seguramente el ulterior mantenimiento del Proyecto.
- Formarlos dentro de la propia Autonomía.

El primer procedimiento es evidentemente el más rápido y no requiere inversión en infraestructura docente alguna. El segundo es más lento, requiere un esfuerzo mucho mayor y es más caro. Pero sus raíces son mucho más sólidas y por tanto presenta mayor resistencia y es menos vulnerable ante las adversidades que seguramente se presentarán con el paso del tiempo. Tiene así más probabilidades de prevalecer y durar.

Puede haber soluciones mixtas y, en cualquier caso, la coyuntura existente condiciona la solución más adecuada. En ocasiones somos conscientes de que puede llegar a predeterminarla y en las diversas Autonomías del Estado Español existen ejemplos significativos, predominando los que, en porcentaje dominante, se han decantado por la primera opción. Por lo que respecta a la Comunidad Valenciana, se optó por la segunda.

Una vez aceptado que la Cartografía Autonómica es necesaria resulta preciso profundizar en la cuestión y, antes de pormenorizar un Programa de Actuación, tener muy claros algunos aspectos que, en el caso valenciano se concretan como sigue:

- Espacio de la Cartografía de Competencia Estatal.
- Espacio de la Cartografía de Competencia Autonómica, detallada, priorizada y evaluada en costo y tiempo.
- Medios materiales y humanos especializados de que se dispone en el conjunto de la Administración Autonómica. Es decir, evaluación de lo que podíamos llamar “Potencial de Actuación Cartográfica” de la Generalitat.

Hasta 1986 no se reglamenta el primer apartado. Promulgando la Ley 7/1986 de 24 de Enero, de Ordenación de la Cartografía, el Estado se reserva fundamentalmente la Cartografía de alcance nacional definida por el Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:50.000 y 1:25.000.

También se hace cargo de las redes nacionales geodésica y de nivelaciones, y crea el Registro Central de Cartografía, en el que se incluye el Nomenclátor Geográfico Nacional, encomendando el conjunto al Instituto Geográfico Nacional,

y el Plan Cartográfico Nacional, de renovación cuatrienal con actualizaciones anuales, que se encomienda así mismo al Consejo Superior Geográfico, cuyas funciones son ampliamente reestructuradas²⁴.

El Consejo Superior Geográfico es reorganizado por real Decreto núm. 1726/’87 de 23 de Diciembre, que seguirá vigente hasta 1999 en que es derogado por un nuevo Real Decreto num. 1792/’99 de 26 de Noviembre. El primer Decreto citado amplía la composición del Consejo con “un vocal por cada Comunidad Autónoma que acuerde su participación en el Consejo”. Dicho criterio es mantenido por el Decreto siguiente, actualmente en vigor.²⁵

Queda así definido el campo de actuación del Estado en cuestiones cartográficas. Por exclusión, el resto deberá ser de competencia autonómica. Así, en líneas generales podemos asumir que básicamente la Geodesia y las escalas de tipo mediano y extensión nacional (1:50.000 y 1:25.000) quedan para el Estado. Por consiguiente, las grandes escalas (1:10.000, 1:5.000 y urbanas) serán competencia autonómica. Se exceptúan los levantamientos catastrales encomendados a la Agencia de Gestión Tributaria, dependiente del Ministerio de Hacienda.

La política establecida es razonablemente comprensible. El Estado mantiene su competencia exclusiva en la Geodesia básica en todos sus aspectos de densificación, mejora y conservación, como red de referencia para cualquier levantamiento de precisión de iniciativa pública o privada. Específicamente retiene también la Cartografía Nacional de escala media, como instrumento de Gobierno adecuado para decisiones que afecten a grandes extensiones del Estado. Se muestra celoso de su actividad recaudadora y cede a las Autonomías las escalas grandes, adecuadas al gobierno de conjunto de sus territorios (escala 1:10.000 a 1:5.000) y las que se ocupan directamente de cuestiones puntuales, proyectos de ordenación e ingeniería de cualquier especialidad, y temas específicos de urban-

²⁴En el preámbulo de la Ley se escribe: “La multiplicidad de organismos públicos que en la actualidad desarrollan, de manera concurrente y en ocasiones inconexa, trabajos de Cartografía, ha abocado a una situación en la que se hace posible la dispersión, y aun la duplicidad, de los recursos públicos destinados a este tipo de actuaciones”. Realmente, el desorden, duplicidades, también multiplicidades, y falta de homogeneidad entre los distintos productos cartográficos de los muy diversos organismos de la Administración eran notorios. El Plan Cartográfico Nacional y el Registro y Nomenclátor citados, necesidades indiscutibles. No es fácil, por ejemplo, tener acceso al Plan Cartográfico vigente, entre otras razones porque como Documento Oficial nunca ha sido completado ni, por supuesto, publicado y a causa de ello es inevitable echar en falta y lamentar la imposible iniciativa del legislador que discipline a los Centros y Organismos implicados en orden a su puntual cumplimiento. Como consecuencia, asistiremos a la repetición del mismo desértico escenario en el ámbito autonómico.

²⁵El Real Decreto vigente crea una Comisión Permanente que justifica en la siguiente forma: “...se ha puesto de manifiesto un problema de funcionamiento en el ámbito del Consejo Superior Geográfico al no existir un órgano de gestión que estableciera la necesaria coordinación entre las Comisiones y el Pleno del Consejo y asegurase la actividad del mismo en los periodos entre cesiones. Por todo ello y con objeto de conseguir que el Consejo Superior Geográfico constituya un instrumento eficaz para llevar a cabo la planificación y la coordinación de la cartografía oficial, el presente Real Decreto regula diversos aspectos que afectan a su composición y funcionamiento, introduciendo una importante novedad en su estructura: la creación de una Comisión Permanente, órgano técnico y de gestión, cuya misión es contribuir a los trabajos del Pleno, preparar sus reuniones y supervisar las labores encomendadas a las distintas comisiones y grupos de trabajo”. La medida parece muy acertada, en línea con lo expuesto en la nota anterior. Será preciso esperar algún tiempo, para constatar sus efectos.

ismo (escalas diversas, generalmente desde 1:5.000 como escala -frontera de uso múltiple hasta 1:500).

Las competencias cartográficas de la administración autonómica valenciana están reconocidas y es preciso interpretarlo así, por exclusión y no expresamente, en el artículo séptimo, apartado uno de la Ley de 6/1986 de Ordenación de la Cartografía, antes citada,²⁶ y en el artículo 25 de la Ley 5/1983 de 30 de Diciembre, del Gobierno Valenciano, de implantación del sistema institucional de la Comunidad Valenciana, previsto por el Estatuto de Autonomía²⁷.

Contando así con un soporte jurídico adecuado y establecido o en trance de promulgarse la necesaria reglamentación, llega el momento de inventariar la Cartografía existente y los recursos materiales y humanos disponibles para el colosal programa de trabajo que se avecina. El resultado es francamente desolador, porque en el periodo que nos ocupa apenas podía contarse, dentro de un panorama de desorden generalizado con otra Cartografía que las 77 hojas del Mapa Nacional, 1:50.000, que cubren las 2.300.000 Has. de la Autonomía.

Se encontraban en versión del Instituto Geográfico Nacional o del Servicio Geográfico del Ejército. La primera adolecía en un número importante de hojas de excesiva antigüedad. La segunda, versión del SGE, solo aparentemente era más moderna pues las actualizaciones se realizaban con frecuencia, tal vez por criterios militares, en forma parcial y resultaban hojas curiosamente ucrónicas, con zonas levantadas en épocas distintas, muy poco fiables. Evidentemente la formación de las hojas se había ejecutado por procedimientos clásicos de restitución fotogramétrica, generalmente analógica, sin informatización ni digitalización alguna, no existiendo más producto utilizable que el de base papel.

La primera iniciativa local de cartografiado de gran extensión partió de las Diputaciones Provinciales. Cada una en su jurisdicción, y con poca o muy escasa coordinación entre ellas, emprendieron levantamientos provinciales a escala 1:10.000.

Tomando como ejemplo los trabajos de la Diputación Provincial de Valencia, sección de Arquitectura y Urbanismo, en 1982 decidió la realización de una serie completa a 1:10.000 de su territorio, con las características siguientes:

- Elipsoide Internacional. Datum Postdam.
- Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante.
- Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)
- Equidistancia de curvas de nivel en 5 metros

²⁶Textualmente dice "...sin perjuicio del Registro que puedan crear las Comunidades Autónomas, la Administración del Estado, a través del Instituto Geográfico Nacional, formará y conservará el Registro Central de Cartografía, cuyo régimen jurídico y de funcionamiento se establecerá reglamentariamente".

²⁷"Artículo 25: Corresponde al Consell o Gobierno Valenciano el ejercicio de las competencias estatutarias y legales de carácter ejecutivo y reglamentario que vengan atribuidas a la Generalidad o a la Comunidad Valenciana y no estén expresamente atribuidas a otros órganos o instituciones de las mismas"

- Referencia al Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), dividiendo en cuatro cada hoja de éste, es decir, generando las hojas del 1:50.000 (MTN50).

El método utilizado fue el de levantamiento fotogramétrico a partir de un vuelo realizado en 1983, escala 1:20.000. La práctica totalidad de los recursos humanos y materiales del trabajo hubo que importarlos, encargándose a diversas empresas privadas desde el vuelo hasta la restitución analógica de los pares estereoscópicos y su previo apoyo por Topografía Clásica, (seis puntos Grüber por modelo, sin aerotriangulación).

No era posible con medios propios realizar labores de conservación ni de control de calidad. El apoyo geodésico inevitablemente fue poco satisfactorio y la calificación resultante del trabajo, en el mejor de los casos, solo puede estimarse en mediana. Muy pronto dejó de ser útil.

Es un claro y didáctico ejemplo de los resultados de la subsidiaridad tecnológica. La lección a extraer es que la falta de infraestructura se paga no solo con la dependencia exterior, sino también con el escaso aprovechamiento de los esfuerzos económicos realizados. En manos de empresas adjudicatarias que en ocasiones llegan a intervenir hasta en los propios pliegos de condiciones, nada bueno puede esperarse.

A todo lo largo y ancho de la Comunidad Valenciana era misión imposible encontrar un laboratorio de Topografía medianamente dotado. Apenas alguna empresa privada²⁸ y el resto, un verdadero páramo. Los organismos oficiales dependientes del Gobierno Central y la incipiente Generalitat apenas disponían de algunos taquímetros y niveles, estaban abandonando las brújulas taquimétricas y, como máximo, aspiraban a disponer de distanciómetros electrónicos, que por cierto no constituían novedad alguna, puesto que eran operativos y asequibles en el mercado desde la presentación del Distomat DI-10 de Wild en el Congreso de Geodesia de Ginebra en 1968. Tan solo la Unidad Cartográfica, recién creada y dependiente entonces de la Consellería de Obras Públicas estaba a punto de iniciar la confección del Mapa 1:10.000, con métodos modernos fotogramétricos e informáticos. En 1987 se iniciará el trabajo, contando ya con medios propios minimamente necesarios para controlar los trabajos de imprescindible contrata en el exterior²⁹. No obstante, solo se terminará con éxito en 1999 por el Instituto Cartográfico Valenciano, que absorbe previamente a la Unidad Cartográfica.

En cuanto a recursos humanos por lo que se refiere a graduados superiores se

²⁸Recordemos OCOTESA, dirigida por Luis García Sahuquillo, ingeniero de Caminos y excelente profesional, que disponía de dos o tres restituidores analógicos Zeiss, de la entonces República Democrática Alemana.

²⁹El que fue hasta su jubilación en 2.000 primer Subdirector del Instituto Cartográfico Valenciano, efectivo aunque nunca oficialmente reconocido, Ingeniero Francisco José Sánchez García dirigió la Unidad Cartográfica desde la fundación en 1985, con su eficiencia y alta profesionalidad habituales. Era en realidad una unidad de Fotogrametría formada por el administrativo Manuel García Cervera y los operadores Juan José Cortés Martínez, Graciano Moya Delgado y Adolfo Rodríguez Calabuig. No había más personal. Estaba dotada con tres restituidores analíticos Kern, excelentes para la época. Esta estructura material y humana permaneció invariable hasta su disolución y absorción por el Instituto Cartográfico Valenciano en 1998.

disponía en principio y en toda la Comunidad, de un solo Ingeniero Geógrafo, D. Manuel Chueca Pazos. Afortunadamente la situación era así solo sobre el papel, pues eminentes ingenieros de otras especialidades habían dedicado a la Cartografía por lo menos una buena parte de su actividad profesional. Pero en cualquier caso y entre todos, se llegaba a un número escaso.

La estadística de Ingenieros Técnicos en Topografía operativos en la Comunidad Valenciana en 1986 se recoge en la de la tabla que sigue, según datos de colegiación facilitados en su momento por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, que suponen 1 titulado por cada 284 km^2 de territorio autonómico. En su momento se estimó que el déficit de titulados podía estimarse en 342, para alcanzar un nivel mínimo de 424, equivalente a un titulado por cada 55 km^2 según estudios de carácter nacional y recomendaciones de organismos internacionales, entre otros la FIG, Federación Internacional de Geómetras, máxima autoridad en la profesión³⁰.

PROVINCIA	TITULADOS
Valencia	50
Alicante	26
Castellón	6
TOTAL	82

En el segmento de ingenieros técnicos, se aprecia un déficit difícilmente superable por tratarse de un problema de alcance nacional. Existe titulación oficial universitaria y tres escuelas en funcionamiento, ubicadas en Madrid, Canarias, y Mérida (de promoción privada). En el segmento de ingenieros superiores, inexistencia de titulación universitaria reglada. Nula esperanza de conseguir ingenieros geógrafos, por tratarse de un Cuerpo Nacional de pequeño escalafón (132 ingenieros en 1987), y la abrumadora mayoría de ellos destinados en Madrid.

Y tal vez la pincelada final del cuadro pueda ser el hecho, hoy increíble, de que en aquellas fechas era prácticamente imposible encontrar en Valencia un operador especialista en restitución fotogramétrica.³¹

³⁰Véase “Propuesta de Creación de Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Topografía y de Ingeniería Técnica de Obras Públicas”, Documentos de la Universidad Politécnica de Valencia. Redactado por Manuel Chueca Pazos. 1988. Aprobado en Junta de Gobierno de 26-10-1988. Ratificada la aprobación por el Consejo Social en 19-12-1988. Pg.15 y sig. “La FIG, Federación Internacional de Geómetras, en el Congreso TOP-CART/82, celebrado en Valencia, recomendaba, en función de las características físicas y división administrativa del territorio nacional y a la vista de los trabajos de ineludible realización en curso y en proyecto inmediato, un número de titulados no inferior a uno por cada 55 km^2 , equivalente a 10.000 titulados en toda España, partiendo de los 1.380 existentes, de ellos 600 aprox. mayores de 50 años.”

³¹Cuando en la segunda mitad de los ochenta se consiguió adquirir el primer restituidor analógico de primer orden para el Departamento de Ingeniería Cartográfica de la Universidad Politécnica de Valencia, un Planimat Zeiss, de Oberkochen (RFA) de segunda mano, que pertenecía a una empresa privada en liquidación, Técnicas Topográficas S.A., (del Grupo Sierra Menera, Corporación Industrial del Banco Urquijo), presidida que fue en su día por el entonces director del Departamento, Manuel Chueca, se contrató también a su operador, hoy ingeniero jubilado Miguel Galíndez Hernández, miembro del Departamento Universitario citado. Puede entenderse que, aparte del precio, escandalosamente barato, rematado en apenas

Así con lo expuesto se completa el que a lo menos puede calificarse de desértico panorama de partida en lo concerniente a recursos materiales y humanos disponibles, y de previsión posible y/o probable. Se trata de hechos objetivos perfectamente comprobables.

Era indiscutible que el problema máximo radicaba en la dificultad de conseguir recursos humanos técnicos suficientemente cualificados, a todos los niveles, y su más difícil reposición futura. Tan solo existía la posibilidad de actuar en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

La verdad es que el resultado no era precisamente alentador. Hubo que realizar auténticos esfuerzos para alcanzar el nivel mínimo exigible que permitiera la constitución departamental como entidad independiente. Su flamante Sede Central se ubicaba en dos despachos minúsculos en la Escuela de Ingenieros de Caminos, fruto de la benévola generosidad de dicho Centro. En cuanto a los laboratorios, aparte de la quincallería topográfica habitual en la Universidad de la época, disponían como instalaciones de primera línea de un restituidor DP-2 Zeiss (RFA)³² y otro Wild B-8³³ inadecuados para cualquier cosa que no fuera una docencia elemental.

Y por lo que concierne a la actividad docente, se reducía a explicar con contenidos y niveles no muy diferentes, una misma asignatura, Topografía, en dos Escuelas Superiores y cinco Universitarias³⁴. Solo se contaba con un activo importante, que pronto demostró ser decisivo. El entusiasmo y profesionalidad de 14 profesores³⁵, dos maestros de Taller, y una administrativa-secretaria que integraban la totalidad de la plantilla.

A la vista de lo expuesto, el diagnóstico parece sencillo. Se sintetiza en que la Ingeniería Cartografía Autonómica Valenciana, a fines de 1986, era embrionaria, prácticamente inexistente.³⁶

Así, cumplimentados todos los trámites y sorteadas todas las prescripciones y escollos administrativos, se aprueba por el Consell de la Generalitat Valenciana la creación de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Topografía

un millón de pesetas, y la categoría profesional del ingeniero fue el conjunto de la operación una verdadera fortuna. En efecto, fortuna fue que ya era Rector en aquel entonces Justo Nieto y Nieto, porque comprendió perfectamente la situación de emergencia y literalmente en cuarenta y ocho horas se realizó la doble operación. La administración universitaria actuó con gran agilidad. Tal vez se omitió alguna genuflexión administrativa de procedimiento, pero solo se puede recordar con admiración la valerosa y comprometida gestión rectoral en un momento crucial de la Ingeniería Cartográfica en la UPV.

³²Procedente de la Escuela de Caminos. Era un instrumento óptico analógico de tercer orden, que operaba con anaglifos, completamente inútil, en precisión y rendimiento, para cualquier trabajo profesional.

³³Procedente de la Escuela de Agrónomos. Carecía de mesa trazadora y la sustituía por un pantómetro. Estaba instalado en un local sin acondicionamiento alguno.

³⁴Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Caminos y de Ingenieros Agrónomos. Escuelas Universitarias de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Valencia y Orihuela y de Obras Públicas y Arquitectura Técnica de Alicante. Véase "Guía Académica Curso 1986-87.-UPV. Valencia. 1988"

³⁵Dos Catedráticos, dos titulares de Universidad, cuatro titulares de Escuela Universitaria y el resto no numerarios. Véase "Guía Académica Curso 1986-87.-UPV. Valencia. 1988"

³⁶M.Chueca et al. "Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana". Opus cit. De dicha obra hemos entresacado los párrafos que anteceden.

y Obras Públicas³⁷ y a continuación y por Resolución de la Universidad Politécnica de Valencia³⁸ en 1990 se aprueba su primer Plan de Estudios de Ingeniero Técnico en Topografía. La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas se prestaba desinteresadamente a servir de catalizador necesario para cumplir con ciertos requisitos legales y burocráticos que ni son importantes ni de este lugar y, así en 1994 y alcanzada por la Escuela de Topografía la masa crítica suficiente para lograr su independencia y seguir su propio destino, ambas Escuelas se separan definitivamente.

Se relegaba al pasado la precaria situación docente que antes se describió, con su asignatura única, y se estaba en disposición de ofrecer una docencia mucho más completa, reglada en tres cursos con un total de 258 créditos y 20 asignaturas obligatorias, junto con los complementos adecuados, incluido Proyecto de Fin de Carrera. En el curso 1989-90 se impartió el primer curso de la titulación a los primeros alumnos que confiaron en la nueva Escuela.

CURSO	ALUMNOS MATRICULADOS			ALUMNOS TITULADOS		
	Topografía	Geodesia y Cartografía	TOTAL	Topografía	Geodesia y Cartografía	TOTAL
1989-90	125	0	125	0	0	0
1990-91	236	0	236	0	0	0
1991-92	376	0	376	0	0	0
1992-93	517	0	517	15	0	15
1993-94	610	0	610	20	0	20
1994-95	694	80	774	53	0	53
1995-96	836	125	961	35	0	35
1996-97	840	162	1002	64	33	97
1997-98	852	169	1021	70	21	91
1998-99	890	123	1013	64	35	99
1999-00	903	136	1039	98	37	135
2000-01	825	150	975	153	33	186
2001-02	833	177	1010	77	22	99
2002-03	820	169	989	96	43	139
2003-04	817	134	951	59	13	72
2004-05	808	151	959	54	17	71
2005-06	864	151	1015	67	18	85
2006-07	841	157	998	81	28	109
2007-08	860	146	1006	86	15	101
2008-09	817	181	998	79	20	99
2009-10	777	188	965	-	-	-
TOTALES				1171	335	1506

El objetivo siguiente era el Segundo Ciclo y la Titulación Superior. Con

³⁷Decreto de la Generalidad 117/1989 de 28 de Julio. DOG 1.124 / 14 de Agosto de 1989. Se nombra primer Director al Prof. Manuel Chueca Pazos, y subdirectores a los Profesores José Herraiz Boquera y José Luis Berné Valero.

³⁸Resolución de la UPV de 22 de Noviembre de 1990. BOE 10 de Enero de 1991.

antecedentes que venían de lejos, desde el Programa de Actuación para la Reforma de las Universidades y aun antes, y saltando algunos hechos por su carácter anecdótico³⁹, en Noviembre de 1989, Diciembre de 1991, y Marzo de 1992, la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica redactó y propuso tres gruesos y detallados informes seguidos de troncalidades para el mencionado Segundo Ciclo. Creemos que dichos esfuerzos y alguno más que se realizaron contribuyeron en alguna medida a que, en el BOE de 17 de Agosto de 1992 se aprobara el Real Decreto 920/1992 de 17 de Julio, que establecía el título de Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía, con definición, contenido y orientación muy afín a los que se propugnaban. Sucesivamente se aprobó el primer Plan de Estudios⁴⁰ y la transformación de la inicial Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Topografía y Obras Públicas en Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica⁴¹. En el curso académico 1994-95, por primera vez en la Historia de España se impartía en Valencia el Primer Curso de dicha Titulación Superior.

En el Curso Académico 1996-97 se aprobaba por la UPV y se incluía en sus Programas de Doctorado, cubiertos todos los requisitos legales y administrativos, el “Programa de Geodesia, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica”, adscrito al Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, que establecía, también por primera vez en la Historia de España, el Tercer Ciclo de nuestras enseñanzas y conduce al grado de Doctor Ingeniero en Geodesia y Cartografía⁴². Con ello se ha completado el programa de progresión académica de las enseñanzas de Ingeniería Cartográfica en esta Universidad.⁴³ La Tabla adjunta describe la evolución de matrícula y gradua-

³⁹Obra en nuestro poder un oficio de 16 de Julio de 1982, registro de salida 459, sello de Secretaría del Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, firmado por el Rector Rafael Portaencasa Baeza, dirigido al Vicerrector de Ordenación Académica de Escuelas Universitarias cuyo texto íntegro es: “Me complace comunicarle que el Consejo de Rectores de 16 de Julio informó favorablemente la propuesta de creación de una ETSI Geógrafos en esta Universidad, y del plan de estudios y cursos de adaptación que se habían propuesto, aceptando la recomendación de la Comisión de Ordenación Académica de que se cambie la denominación de este Centro por la de ETSI en Geodesia y Cartografía. Lo que comunico a V.I. para su conocimiento y efectos oportunos”. Después llegó la “damnatio memoriae”. Nunca más se supo. Hacia 1987 y sorteando un cúmulo de dificultades, el Grupo VI del Programa de referencia consiguió redactar una primera propuesta de troncalidades para la Ingeniería Superior que nos ocupa. Tras diversas vicisitudes llegó a proponerse, creemos que desde las alturas ministeriales, que el segundo ciclo de Ingeniería Técnica Topográfica fuera la Ingeniería de Caminos Canales y Puertos, con las reacciones que se pueden imaginar.

⁴⁰Resolución de la UPV de 21 de Marzo de 1994. BOE de 13 de Abril de 1994

⁴¹Decreto de la Generalidad 139/1994 de 18 de Julio. DOG 1.326 / 8 de Octubre de 1994. Se nombra primer Director al Prof. Manuel Chueca Pazos, y subdirectores a los Profesores José Herraiz Boquera, José Luis Berné Valero, Francisco García García y José Manuel Delgado de Molina Cánovas.

⁴²Ver “Estudios de Tercer Ciclo. Curso 1996/97. Programas de Doctorado”. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Alumnado. Negociado de Doctorado. Servicio de Publicaciones.

⁴³Es un deber escribir que los dos primeros Doctores Ingenieros en Geodesia y Cartografía de la Historia de España lo son por la Universidad Politécnica de Valencia y por este orden: Prof.Dr.D. David Hernández López y Prof.Dr.D. José Luis Lerma García, ambos en 1999. Exactamente lo mismo puede y debe escribirse de la primera Doctora Ingeniera en Geodesia



Figura 5.5: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad Politécnica de Valencia. La primera de España y en algunos aspectos, también de Europa.

ciones en los dos ciclos durante los primeros 20 años de existencia de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad Politécnica de Valencia. Con un total de 1506 titulados de alta calificación, 1171 de Primer Ciclo y 335 de Segundo Ciclo ha quedado atrás, se espera que para siempre, la desesperada penuria en recursos humanos a que en un principio hicimos mención.

En el curso 2001-02 la oferta total docente del conjunto de los tres ciclos sobrepasa las 110 asignaturas, entre troncales, obligatorias de Escuela, optativas, de libre elección y de doctorado, permitiendo al alumnado ajustar sus curricula a multitud de opciones. La Escuela de Ingeniería Geodésica es la primera de Europa en cuanto a número de egresados. Y por lo que respecta a su calidad y prestigio internacional, baste con tan solo una pincelada.

La Universidad Politécnica de Valencia, a través de la Escuela de Ingeniería Geodésica ha realizado un importante esfuerzo consiguiendo el liderazgo de la Primera Red Temática concedida por la Dirección General de Educación Europea a una Universidad Pública Española⁴⁴, y titulada, en traducción literal, “Enseñanza Europea en Ingeniería Geodésica, Cartografía y Topografía”⁴⁵ con

y Cartografía de la Historia de España, Prof.Dra.D^a.Ana Belén Anquela Julián, en 2001 y también por la Universidad Politécnica de Valencia.

⁴⁴Tenemos noticia de la existencia de otra Red Temática en el area de Humanidades que gestiona la Universidad Privada de Deusto.

⁴⁵Network title: “European Education in Geodetic Engineering, Cartography and Surveying”. Socrates Programme, under Erasmus 3 (Thematic Networks). Application form for full proposals. Document of solicitude of propuesta de Red Temática, firmado por el Rector Nieto de la UPV como entidad promotora y coordinadora en 28/02/ 2002, aceptado en la Union



Figura 5.6: Junio de 1996. Primeros Ingenieros Superiores en Geodesia y Cartografía de la Historia de España. Con la presencia del Rector Justo Nieto y la Presidenta de las Cortes Valencianas Marcela Miró.

el objetivo principal de crear un “Espacio Europeo” de educación superior en el área de la Geodesia, la Cartografía y la Topografía. Es una de las diez concedidas en toda Europa en el año 2002 y todavía sigue activa y vigente.

El número de Universidades junto con Entidades Científicas no Universitarias asociadas hasta el momento es de más de 120, comprendidas en ellas la práctica totalidad de los Centros Académicos Europeos que imparten Ingeniería Cartográfica y todas las Escuelas de Ingeniería Técnica Topográfica e Ingeniería Geodésica españolas, y se ha pretendido orientar entre otros designios la adaptación a la titulación europea ajustada a los acuerdos de Bolonia⁴⁶ en nuestra especialidad, hoy en trance de ejecución. La propuesta fue firmada y presentada por el Rectorado de la UPV a la European Commission, Directorate-General of Education & Culture en 28 de Febrero de 2002, siendo promovido a Coordinador el entonces Subdirector de Relaciones Internacionales de la Escuela de Ingeniería Geodésica, Prof. Dr. D. Francisco García y García, hoy Director de la Escuela. Su aprobación se produjo en 18 de Julio de 2002⁴⁷ y se adop-

Europea con ref.: 104276-CP-1-2002-1-ES-Erasmus-TN.

⁴⁶Es una cuestión en la que se trabajó desde su convocatoria. Recuérdese que en 2004 se aprobó por ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación) el primer Libro Blanco de una titulación técnica española con relación a los Acuerdos de Bolonia. Título de Grado de “Ingeniero en Geomática y Topografía” coordinado por Manuel Chueca Pazos, entonces Director de la Escuela de Ingeniería Geodésica de Valencia, con representación de todas las Escuelas españolas que impartían la especialidad.

⁴⁷Carta fechada en el día mencionado en Bruselas, dirigida al Prof. Francisco García, en la que se aprueba la propuesta de la nota anterior con la referencia en ella indicada. Literalmente dice “I am pleased to inform you that your above-mentioned proposal has been selected”. Firmada por Marianne Hildebrand, Jefa de Unidad (Head of Unit). – European Commission.



Figura 5.7: Valencia, Escuela de Ingeniería Geodésica. Fotografía de Familia de la Red Temática Europea. 11-15 de Diciembre de 2002.

tó el inglés como lengua vehicular oficial en todos los aspectos y aplicaciones operativos.

El primer Encuentro Plenario de todos los miembros de la Red se celebró en Valencia en los días 11 y 15 del Diciembre/2002, en la UPV, locales de la sede de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica (ETSIGCT). Entre los asistentes, se encontraba la representación de las Ciencias y Tecnologías Cartográficas de Europa más nutrida y de mayor nivel que posiblemente se haya reunido nunca en un acto universitario, no solo en docencia sino en todo lo concerniente al futuro desarrollo de la Ingeniería Cartográfica Europea en I+I+D. Con humildad pero con verdad, es preciso reconocer que Valencia es hoy una referencia internacional de vanguardia en la especialidad que nos ocupa.

En otro orden de ideas, la colaboración Escuela – Departamento de Ingeniería Cartográfica, ha permitido poner en marcha primero, y ampliar después, diversos laboratorios, alcanzando en la actualidad dotaciones que posibilitan la docencia, investigación y desarrollo en aceptable nivel, no obstante el eterno y oneroso problema de la mejora y reposición de material e instalaciones impuesto por el permanentemente acelerado avance tecnológico. Sin tratar siquiera de acercarnos al tema, señalemos que se han multiplicado las Unidades Docentes y Grupos de Investigación muy activos⁴⁸.

Directorate-General Education and Culture. Higher Education: Socrates-Erasmus, Jean Monet Project.

⁴⁸Citemos las Unidades Docentes de Cartografía, Teledetección y Geografía Física.-

Todo ello gracias a unos recursos humanos, de imposible improvisación y lenta y difícil obtención que configuran nuestra principal riqueza. Hoy ya se puede contar con un centenar de personas entre Catedráticos, Titulares de Universidad, Titulares de Escuela Universitaria, Profesores Asociados, Investigadores, Técnicos de Laboratorio, etc.....

Y este trabajo, quedaría confuso e incompleto si no se refiriera al Instituto Cartográfico Valenciano. Su origen fue el mismo de la Escuela y el Departamento de Ingeniería Cartográfica: La Universidad Politécnica de Valencia. Luego creció y se independizó.⁴⁹ Hay quien cree que si hubieran seguido trabajando juntos Universidad e Instituto, el efecto no hubiera sido de suma, sino de multiplicación... casi de resonancia. Pero ya se sabe, en el viejo Mediterráneo vencer a los medos no era problema mayor... lo realmente difícil ha sido siempre poner de acuerdo a los griegos.

Nos basta dejar constancia de que la Comunidad Valenciana, según hemos dicho, apenas contaba en 1986 con algo más que las 77 hojas del Mapa Nacional 1:50.000. Hoy a través del ICV dispone de lugar propio, con autoridad, voz y voto, en cualquier Institución o Foro donde se traten cuestiones de producción o desarrollo de cartografías y técnicas cartográficas no académicas. Y por lo que a nuestro territorio respecta, el ICV ha publicado y conserva actualizado en diversos formatos totalmente digitalizados, su cartografía a 1:10.000 CV10 y 1:5.000, orto y vectorial, ODCV05 y BCV05 (este último en trance de ultimarse). Y todas encuadradas en la del Mapa Nacional, de tal manera que cada una de sus hojas se amplía en 4 (2x2) en la serie CV10 y 64 (2x4x2x4) en la CV05.

El ICV además trabaja en Geodesia, Geofísica, Información Territorial, Atlas Temático, Sistemas de Información Geográfica SIG, Modelos Digitales del Terreno MDT, Proyectos Internacionales como el Corine Land Cover... y muchas otras actividades más.

Tal vez esta última página colectiva sea, después de todo, la que perdure más de cuantas hemos desarrollado en este trabajo.

Fotogrametría.- Geodesia y Tecnologías GPS.- Geofísica.- Instrumentos Topográficos.- SIG y Producción Cartográfica.- Topografía General y Topografía de Obras...Y los grupos de investigación de Redes Geodésicas y GPS.-Cartografía con técnicas GPS.-Integración de estaciones permanentes en EUREF.-Microgeodesia y Control de Deformaciones.-Radionavegación.-Radioemisión de correcciones diferenciales GPS, GNSS, GLONASS.-Microgravimetría aplicada a la ingeniería civil y arqueología.-Comprobación y ajuste de modelos geodésicos.-Redes gravimétricas.-Técnicas de análisis de texturas. Aplicación a SIG.-Técnicas de fusión e integración de datos. (Fotogrametría, imagen satélite, MDT.....).-Obtención de parámetros morfológicos mediante MDT.-MDT e imágenes digitales en zonas quemadas o devastadas.-Fotogrametría y videometría aplicada al Patrimonio artístico y arquitectónico.-Algoritmos para el estudio de imágenes multitemporales en zonas rurales. Parametrizaciones temporales y probabilísticas.-Modelos de caracterización en superficies irregulares.-Optimización de MDT con técnicas de correlación... etc.... La Dra. Ana Belén Anquela pronunció en 2009 y 2010 dos conferencias en la Real Academia de Cultura Valenciana en que desarrolla con su habitual y brillante magisterio el tema. Se encuentran a disposición en la RACV y a ellas nos remitimos. Sus títulos son "La investigación en el departamento de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría" y "Puesta en marcha de la estación de referencia gnss en la E.T.S.I.G.C.T."

⁴⁹M.Chueca et alt. "Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana" Opus. Cit.

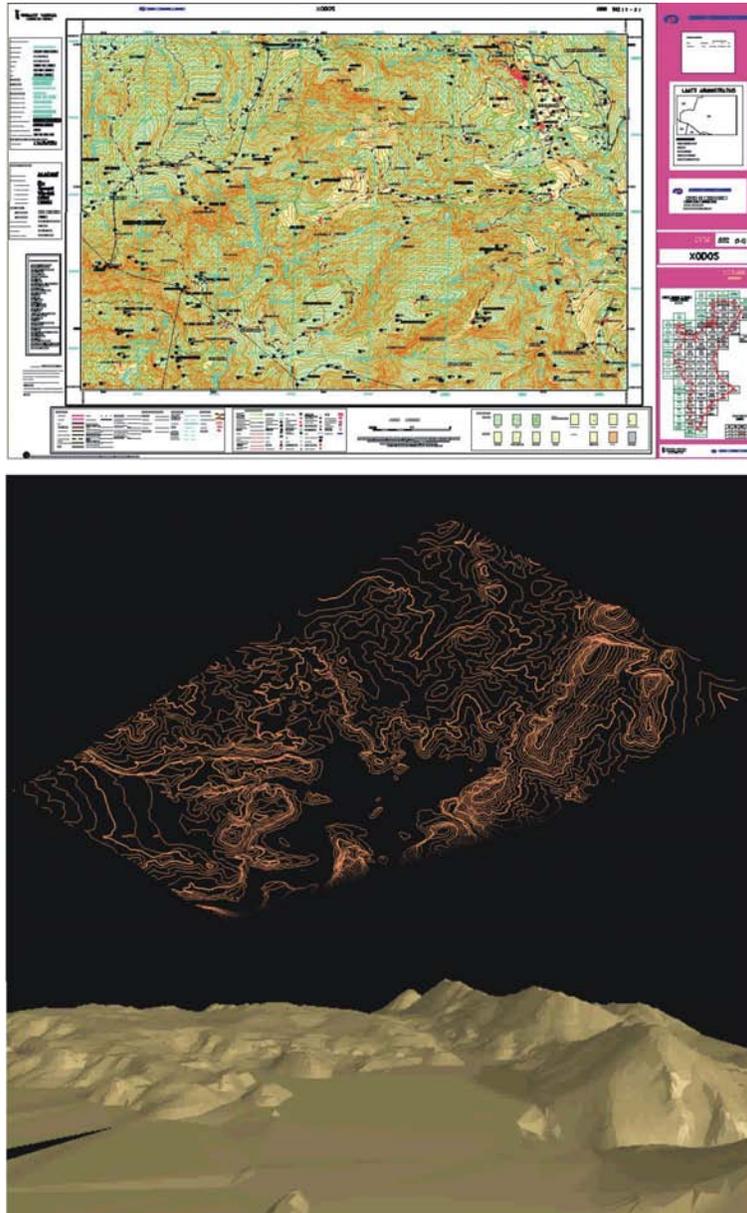


Figura 5.8: Productos del ICV. Una hoja del CV10 y un Modelo Digital MDT obtenido de su versión 3D.



Figura 5.9: Productos del ICV. Ortofoto de las Islas Columbretes obtenida del ODCV05 y una vectorización por capas perteneciente al Proyecto BCV05.

Bibliografía

- [1] • ABDELOUHAB, FARID “Cuadernos de viaje”. Editorial Planeta. S.A. Barcelona 2006.
- [2] • ACERRA, MARTINE et MEYER, JEAN. “L’Empire des Mers”. Office du Livre. Roma 1990.
- [3] • ALDER, KEN “La Medida de Todas las Cosas”. Santillana Ediciones Generales. Taurus Historia. Madrid 2003.
- [4] • ALLEN, PHILLIP. “Summa Atlas. El Mundo visto por los Cartógrafos.” Ediciones Generales Salvat. Barcelona 1993.
- [5] • ALONSO BAQUER, MIGUEL. “Aportación militar a la Cartografía Española en la Historia Contemporánea”. CSIC. Instituto de Geografía Aplicada del Patronato Alonso de Herrera.. Madrid 1972.
- [6] • ANECA “ Libro Blanco del Título de Grado de Ingeniero en Geomática y Topografía”. Agencia Nacional para la Evaluación de la Calidad y la Acreditación. Ministerio de Educación. Madrid 2003.
- [7] • ANÓNIMO “Llibre del Mustaçaf de la Ciutat de Valencia”. Ed. Facsímil. Ayuntamiento de Valencia. Valencia 2003.
- [8] • ANÓNIMO “Pesas, Medidas y Monedas. Resumen de las Unidades usadas en las distintas provincias de España y otras del Extranjero y su equivalencia en el Sistema Métrico Decimal”. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- [9] • ARRANZ ARRANZ, JOSE. “Guia de la Catedral de Burgo de Osma”. Cabildo de la S.I.Catedral. Burgo de Osma. 1978.
- [10] • ASENJO GARCIA, LUIS. Y HERNÁNDEZ, DAVID. “Geodesia”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1990
- [11] • AUDOUZE, JEAN et ISRAEL, GUY. “Le grand Atlas de l’Astronomie”. Encyclopaedia Universalis. France S.A. Paris 1983.
- [12] • BARBER, PETER “El gran libro de los mapas” Editorial Paidos Iberica S.A. Barcelona – Buenos Aires – México. 2006.

- [13] • BAS CARBONELL, MANUEL. “El Atlas del Itinerario Descriptivo de España de Alexandre Laborde”. IMELSA. Diputación de Valencia. Valencia 1997.
- [14] • BAYNTON - WILLIAMS, ROGER. “Investigating in Maps”. Transworld Publishers Ltd. London 1969.
- [15] • BIJOURDAN G. “Le systeme métrique de poids et mesures”. Hachette Ed. Paris, 1901
- [16] • BRAHE, TYCHO “Astronomie Inatauratae Progymnasmata”. Imprenta de Godofredo Schön. Frankfurt. 1648.
- [17] • BRAUDEL, FERNAND “El Mediterráneo y el Mundo Mediterráneo en la época de Felipe II”. Fondo de Cultura Económica. México 1953.
- [18] • BUISERET, DAVID. “La revolución cartográfica en Europa, 1400-1800” Ediciones Paidós Ibérica S.A. Madrid 2004.
- [19] • CAMPBELL, JOHN “Introductory Cartography”. Prentice Hall inc. New Jersey 1984.
- [20] • CARCEL ORTI, VICENTE “Historia de la Iglesia en Valencia”. Arzobispado de Valencia. Valencia 1986.
- [21] • CEREZO MARTINEZ, RICARDO “La Cartografía Náutica Española en los siglos XIV, XV, y XVI”. CSIC. Madrid 1994.
- [22] • CHUECA PAZOS, MANUEL “Lecciones de Astronomía Geodésica”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1990.
- [23] • CHUECA PAZOS, MANUEL “Lecciones de Cartografía”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1990.
- [24] • CHUECA PAZOS, MANUEL “Lecciones de Geodesia”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1990.
- [25] • CHUECA PAZOS, MANUEL et alt. “Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2003.
- [26] • CHUECA PAZOS, MANUEL - GARCIA GARCIA, FRANCISCO - JIMÉNEZ MARTINEZ, M^a.JESÚS - VILLAR CANO, MIRIAM.”Compendio de Historia de la Ingeniería Cartográfica”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2008.
- [27] • CHUECA PAZOS, MANUEL, BERNE VALERO, J.L.. GARCIA GARCIA, FRANCISCO “Ingeniería Cartográfica en la Comunidad Valenciana. Su Pequeña Historia”. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2003.
- [28] • CHUECA PAZOS, MANUEL.”La ingeniería Cartográfica. Su peripetia vital en España. La aportación valenciana”. Discurso de ingreso en la Real Academia de Cultura Valenciana. RACV Valencia 2006

- [29] • CISCAR Y CISCAR, GABRIEL “Apuntes sobre las medidas, pesos y monedas, que pueden considerarse como una segunda parte de la Memoria elemental etc...”Imprenta Nacional. Madrid 1821.
- [30] • CISCAR Y CISCAR, GABRIEL “Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales basados en la Naturaleza”. Imprenta Real. Madrid 1800.
- [31] • CISCAR Y CISCAR, GABRIEL “Poema Físico Astronómico”. Librería Militar. Gibraltar 1828.
- [32] • CISCAR Y CISCAR, GABRIEL “Tratados de Aritmética – Geometría – Cosmografía – Pilotaje – De Maniobra – Arte Militar Marino”. Imprenta Real. Madrid.. Diversas fechas.
- [33] • COLOMER I PRESES, MOSEN IGNASI M. “Els maps antics de les terres catalanes”. Editorial Montblanc. Granollers 1965.
- [34] • COLOMER I PRESES, MOSSÈN IGNASI M.“Cartografia de Catalunya y dels Països Catalans”. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona 1989.
- [35] • COLOMER I PRESES, MOSSÈN IGNASI M.“Cartografia peninsular. Siglos XI - XIX”. Editorial Montblanc. Granollers 1969.
- [36] • COLON, HERNANDO “Historia del Almirante”. Editorial Planeta.S.A. Madrid-Barcelona 2006.
- [37] • CUENIN, RENÉ. “Cartographie General”. Éditions Eyrolles. Paris 1972.
- [38] • DE LA CONDAMINE, CHARLES MARIE “Viaje a la América Meridional”. Espasa Calpe S.A. Madrid 2003.
- [39] • DELAMBRE J.B. Grandeur et Figure de la Terre. París 1912
- [40] • DICKINSON, GORDON CAWOOD “Maps, and air photographs”.Edward Arnold Publishers Ltd. London 1979.
- [41] • DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. “Cartografía de Galicia 1522-1900. Bicentenario de Domingo Fontán”. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid 1988.
- [42] • DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. “Instrumentos Históricos del Instituto Geográfico Nacional”. Ministerio de Fomento. Madrid 2002.
- [43] • DUBY, GEORGES. “Atlas Histórico Mundial. La Historia del Mundo en 317 mapas”. Editorial Debate. Barcelona 1989.
- [44] • EDSON, EVELYN “Mapping Time and Space”. The British Library. Studies in Map History. London 1999.

- [45] • ERWIN RAISZ “Cartografía” . Ediciones Omega S.A. Barcelona 1985.
- [46] • ESTEBANEZ, J y PUYOL, R. “Análisis e interpretación del mapa topográfico”. Editorial Tebar Flores. Madrid 1976.
- [47] • FAUS PRIETO, ALFREDO. “Cartografía y Agrimensura en la Valencia del siglo XVIII”. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Facultad de Geografía e Historia. Valencia 1992.
- [48] • FERNANDEZ NAVARRETE, MARTIN “Biblioteca Maritima Española”. Obra Póstuma. Ed. Facsímil. Maxtor Ediciones. Valencia 2008.
- [49] • FORBES, ERIC G., Greenwich Observatory, vol.1, Taylor & Francis, Londres: 1975.
- [50] • GALERA, MONSERRAT “Cartografia de Catalunya”. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona 1986.
- [51] • GALERA, MONSERRAT y ALMUZARA, ROSA. “Cartografia de Catalunya, del Renaixement a l’epoca Napoleónica”. Editor Galeria Comas. Barcelona 1988.
- [52] • GARCIA EDO, VICENTE. “Mapas del Reino de Valencia de los siglos XVI a XIX”. Levante – El Mercantil Valenciano. Valencia 2004.
- [53] • GASCON PELEGRI, V “Introducción a la figura de Gabriel Ciscar y Ciscar”. Aula de Humanidades serie Histórica nº 4.. Real Academia de Cultura Valenciana. Valencia 1989.
- [54] • GONZALEZ – ALLER, JOSE IGNACIO. “Catálogo Guía del Museo Naval de Madrid”. Ministerio de Defensa. Madrid 1996.
- [55] • GOROZARRI PUENTE, LUIS “El terreno y su representación gráfica”. Servicio Geográfico del Ejército. Madrid 1945
- [56] • GUEDJ, DENIS “La Medida del Mundo”. Muchnik Editores. Barcelona 2001.
- [57] • GUIJARRO, LUIS “Otra visión del Cosmos”. Revista del Ministerio de Fomento.nº 542. Madrid.
- [58] • GUINARD BUJOSA, ANTONI “La Cartografia Mallorquina” J.J. de Olañeta Editor. Palma de Mallorca.2006.
- [59] • HAPGOOD, CHARLES H. “Maps of the ancient sea kings”. Adventures Unlimited Press. Kempton. Illinois. USA
- [60] • HARLEY J.B. “La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la Historia de la Cartografía”. Fondo de Cultura Económica. México 2005.

- [61] • HERNANDO, AGUSTÍN. “Contemplar un territorio. Los mapas de España en el Theatrum de Ortelius”. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid 1998.
- [62] • HERNANDO, AGUSTÍN. “El Mapa de España. Siglos XV – XVIII”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 1995.
- [63] • JACKSON, J.E. “Sphere, spheroid and projections for surveyors”. Granada Publishing. London 1980.
- [64] • JOAN MARTINES “Atlas Portulano (1570)”. Javier Boronat Editor S.L. Valencia 1994.
- [65] • JOLY, FERNAND “La Cartografía”. Editorial Ariel. Colección Elcano. Barcelona – Caracas – México. 1979.
- [66] • JUAN SANTACILIA ,JORGE “Método de levantar y dirigir un Mapa o Plano General de España, por medio de triángulos observados por buenos cuartos de círculos y reflexiones sobre las dificultades que pueden ofrecerse”. Informe presentado por Jorge Juan a la Secretaría de Estado y Despacho Universal de la Marina. Estudiado por MARIO RUIZ MORALES Y MÓNICA RUIZ BUSTOS en su trabajo “Jorge Juan y sus proyectos para un Mapa de España”. Universidad de Granada. Granada 2005
- [67] • JUAN SANTACILIA ,JORGE Y ULLOA ,ANTONIO DE “Observaciones Astronómicas y Físicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos de Perú de las cuales se deduce la Figura y Magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación”. Extramuros facsímiles S.L. Sevilla 2007
- [68] • KRETSCHMER, KONRAD. “Historia de la Geografía”. Editorial Labor S.A. Barcelona 1930.
- [69] • LA RONCIERE, MONIQUE et MOULLAT DU JOURDIN, MICHEL. “Les portulans. Cartes marines du XIII au XVII siècle”. Office du livre. Friburg 1984.
- [70] • LAFUENTE A. ANTONIO Y DELGADO ANTONIO J. “ La Geometrización de la Tierra (1735-1744)” CSIC. Instituto Arnau de Vilanova. Madrid 1984.
- [71] • LAFUENTE, ANTONIO Y MAZUECOS, ANTONIO. “Los caballeros del punto fijo”.SERBAL/CSIC. Madrid 1987.
- [72] • LASALLE T. « Cartographie, 4000 ans d’aventures et de passion ». París. 1990.
- [73] • LITER MAYAYO, CARMEN y SANCHIS BALLESTER, FRANCISCA “Tomás López y sus colaboradores”. Biblioteca Nacional. Madrid 1998.

- [74] • LITER, CARMEN et alt. “ Geografía y Cartografía renacentista”, AKAL Historia de la Ciencia y la Técnica. Tomo 13. Ediciones Akal S.A. Madrid 1996.
- [75] • LITER, CARMEN et alt. “La Geografía entre los siglos XVII y XVIII”, AKAL Historia de la Ciencia y la Técnica. Tomo 22. Ediciones Akal S.A. Madrid 1996.
- [76] • LOPEZ ARROYO, MANUEL “El Real Observatorio Astronómico de Madrid”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 2004.
- [77] • LOPEZ PIÑERO, JOSE MARIA y NAVARRO BROTONS, VICTOR “Història de la Ciencia al País Valencia”. IVEI Edicions Alfons el Magnànim. Valencia 1995.
- [78] • LOPEZ PIÑERO, JOSE MARIA. “El arte de navegar en la España del Renacimiento”. Editorial Labor S.A.. Barcelona 1986.
- [79] • MAC LAGAN, DAVID “Mitos de la Creación”. Editorial Debate. Madrid 1989.
- [80] • MARTÍN LOPEZ, JOSÉ “Francisco Coello. Su vida y su obra”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 1999.
- [81] • MARTÍN LOPEZ, JOSE. “Cartografía”. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Madrid 1999.
- [82] • MARTÍN LOPEZ, JOSE. “Cartógrafos Españoles”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 2001.
- [83] • MARTÍN LOPEZ, JOSE. “Historia de la Cartografía y de la Topografía”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 2002.
- [84] • MARTÍN MERÁS, LUISA. “Cartografía Marítima Hispana. La Imagen de América”. CENIG. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid 1993.
- [85] • MARTÍN MERÁS, MARIA LUISA. “Atlas de Oliva”. Testimonio Compañía Editorial. Madrid 1987.
- [86] • MARTINEZ UTESA, M^a CARMEN. “Ciencia y milicia en el siglo XIX en España. El general Ibáñez e Ibáñez de Ibero”. Tesis Doctoral. Instituto Geográfico Nacional. Madrid 1997.
- [87] • MARTORELL GARAU, ANTONI “Cartografia de les illes Balears”. Editor Sa Nostra. Palma de Mallorca 2000.
- [88] • MAUPERTUIS PIERRE LOUIS MOREAU DE “Discours qui a été lu dans l’Assemblée Publique de l’Academie Royale des Sciences le 13 Novembre 1737 sur la mesure du degree du meridien au cercle polaire”. Facsimil en la web.

- [89] • MENÉNDEZ PIDAL, GONZALO “Hacia una nueva imagen del mundo”. Real Academia de la Historia. Madrid. 2003.
- [90] • MENÉNDEZ PIDAL, GONZALO. “Imagen del Mundo hacia 1570”. Edita Consejo de la Hispanidad. Madrid 1944.
- [91] • MIFSUT Y MACON A. “Geodesia y Cartografía”. Talleres del Depósito de la Guerra.. Madrid. 1905.
- [92] • MUSEU VALENCIA DE LA IL-LUSTRACIÓ Y LA MODERNITAT (MUVIM) “La Casa de Borbó. Ciencia y Técnica a l’Espanya il·lustrada”. MUVIM. Valencia. 2006.
- [93] • NAVARRO BROTONS ,VICTOR et alt. “Jerónimo Muñoz: Introducción a la Astronomía y la Geografía”. Consell Valencia de Cultura. Col·leció Oberta. Valencia 2004.
- [94] • NAVARRO, VICTOR. PASTOR, ARSENIO. PASTOR, ENCARNA. “Jerónimo Muñoz. Introducción a la Astronomía y Geografía”. Consell Valencia de Cultura. Valencia 2004.
- [95] • NÚÑEZ DE LA CUEVAS, RODOLFO. “Historia de la Cartografía Española”. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, 1982.
- [96] • O’DONELL Y DUQUE DE ESTRADA, HUGO. “El Mapamundi denominado Carta de Juan de la Cosa”. Gabinete de Bibliofilia Editores. Madrid 1992.
- [97] • ORMELING, FERDINAND JAN. “Cartography, past, present and future”. International Cartographic Association. Elsevier science publishers ltd. New York 1989.
- [98] • OUTHIER , REGINAUD “Journal d’un voyage au Nord de 1736 a 1737”. Correspondencia de Celsius a Delisle. Tornea, 20 de Noviembre de 1736. De la web.
- [99] • PAGANI, LELIO “Cartografia del Nuovo Mondo”. Lucchetti Editore. Bergamo 1992.
- [100] • PALADINI CUADRADO, ANGEL “Artículos y Conferencias”. Edición Especial Luis Giménez Lorente. Valencia 1993.
- [101] • PALADINI CUADRADO, ANGEL “Sobre la Génesis de los Portulanos”. Boletín de Información del Servicio Geográfico del Ejército. Nº 76 segundo semestre 1993.
- [102] • PASTOR FUSTER, JUSTO “Biblioteca Valenciana de los escritores que florecieron hasta nuestros días y de los que aún viven”. Imprento Ildefonso Mompíe. Valencia 1830. Ed. Facsímil. Real Academia de Cultura Valenciana. Valencia 1999.

- [103] • PERRIER G. « Petite Histoire de la géodésie, comment l'homme a mesuré et pesé la Terre ». París. 1939.
- [104] • POINCARÉ, HENRI “La Ciencia y la Hipótesis”. Librería Gutenberg de José Ruiz. Madrid 1907.
- [105] • PSEUDO CALISTENES “Vida y hazañas de Alejandro de Macedonia”. Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos S.A. Madrid 1977.
- [106] • PUIG ADAM, PEDRO “Cálculo Integral”. EEI.Industriales. Madrid 1968.
- [107] • REAL ACADEMIA DE CULTURA VALENCIANA. “Escritores valencianos del siglo XVIII. Siglo de la Ilustración Valenciana. El siglo de las luces. RACV”. Valencia 1999.
- [108] • REY PASTOR, JULIO y GARCIA CAMARERO, ERNESTO. “La Cartografía Mallorquina” CSIC, Instituto Luis Vives. Madrid 1960.
- [109] • REY PASTOR, JULIO. “La Ciencia y la Técnica en el Descubrimiento de América”. Colección Austral. Espasa Calpe Argentina. Buenos Aires 1945.
- [110] • REY, PASCALE “El Maestro Cartógrafo”. Ediciones Grupo Zeta. Madrid 2005.
- [111] • RIVAS, ROBERTO “Evolución de los Sistemas de Unidades”. Comisión Nacional de Metrología. Presidencia del Gobierno. Madrid 1975.
- [112] • ROMERO, FEDERICO y BENAVIDES, ROSA. “Mapas Antiguos del Mundo”.. Eagle Books España. Madrid 1994.
- [113] • ROSSELLÓ I VERGER et alt. “Portolans procedents de col·leccions espanyoles. Segles XV – XVII”. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona 1995.
- [114] • ROSSIGNOLI JUST, JOSE LUIS et alt. “Proyección Universal Transversa de Mercator”. Servicio Geográfico del Ejército. Madrid 1976.
- [115] • RUIZ MORALES, MARIO “Los trabajos geodésicos de D. José Rodríguez González”. Revista Topografía y Cartografía. Nº 97. Revista del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Madrid marzo-abril 2000.
- [116] • RUIZ MORALES, MARIO Y RUIZ BUSTOS, MONICA “El devenir de la Geodesia entre Pitágoras y la era espacial”. Granada, 1997.
- [117] • RUIZ MORALES, MARIO y RUIZ BUSTOS, MONICA. “Jorge Juan y sus proyectos para un Mapa de España”. Universidad de Granada. Granada 2005.

- [118] • RUIZ MORALES, MARIO. “Los Ingenieros Geógrafos. Origen y creación del Cuerpo”. CENIG. Ministerio de Fomento. Madrid 2003.
- [119] • RUSSELL, BERTRAND. “El Conocimiento Humano”. Ed. Planeta Agostini. Barcelona 1992.
- [120] • SANCHO COMINS, JOSE Y CHUVIECO SALINERO, EMILIO. “Iberoamérica desde el Espacio”. Lunweg Editores S.A. Madrid – Barcelona 1992.
- [121] • SAND, GEORGE “Un invierno en Mallorca”. Luis Ripio. Editor. Mallorca 1974.
- [122] • SANTIAGO PAEZ, ELENA “La Historia de los Mapas Manuscritos de la Biblioteca Nacional”. Biblioteca Nacional. Madrid 1984.
- [123] • SANZ, CARLOS “La Geographia de Ptolomeo”. Librería General Victoriano Suárez. Madrid 1959.
- [124] • SELLÉS, MANUEL. “Instrumentos de Navegación. Del Mediterráneo al Pacífico.” CENIG. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid 1994.
- [125] • SIDER, SANDRA “Maps, Charts, Globes. Five centuries of exploration”. The Spanish Society of America. New York 1992.
- [126] • SPENGLER, OSWALD “El Hombre y la Técnica. Y otros ensayos”. Espasa Calpe Argentina S.A. Colección Austral. Buenos Aires 1947.
- [127] • TEIXEIRA, PEDRO “El Atlas del Rey Planeta (1634)”. Editorial Nerea S.A. Hondarribia 2002.
- [128] • TOOLEY, RONALD VERE “Dictionary of Mapmakers”. Meridian Publishing Company. New York 1979.
- [129] • TOOLEY, RONALD VERE “Maps and Mapmakers”. B.T. Batsford Ltd. London 1970.
- [130] • ULLOA ANTONIO DE “Viaje a la América Meridional”. Edición moderna en dos tomos de 350 pgs. cada uno. Ed. Andrés Saumell Lladó. Crónicas de América – Dastin Historia. Madrid 1997
- [131] • URE, JOHN “Dom Enrique o navegador”. Editora Universidade de Brasilia. Portugal. 1977.
- [132] • URTEAGA, LUIS y NADAL, FRANCESC. “Las series del Mapa Topográfico de España a escala 1:50.000”. Instituto Geografico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid 2001.
- [133] • US COAST AND GEODETIC SURVEY “The Transcontinental Triangulation and the American Arc of the parallel”. Washington. 1900.

- [134] • VALLÈS I SANCHIS, ISMAEL. “Cartografía Històrica Valenciana”. IVEI . Diputació Provincial de Valencia. Valencia 1979.
- [135] • VAN BEMMELER, W “Die Isogonen in die XVI und XVII”. Leiden 1893.
- [136] • VAZQUEZ MAURE, FRANCISCO y MARTÍN LOPEZ, JOSE. “Lectura de Mapas”. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica. Madrid 1995.
- [137] • VOLTAIRE, FRANÇOIS MARIA AROUET “Le Siecle de Louis XV”. Oeuvres Completes. Hachette. Paris 1953.
- [138] • VOLTAIRE, FRANÇOIS MARIA AROUET “Lettres d’Angleterre”. Versión española como “Cartas Filosóficas”. Alianza Editorial, Madrid 1988
- [139] • VVAA “Portolans procedents de col·leccions espanyoles. Segles XV-XVII. Institut Cartografic de Catalunya. Barcelona 1995.
- [140] • VVAA, “Atlas del Mundo. 1492 – 1992”. Club Internacional del Libro Editores. Madrid 1990.
- [141] • VVAA. “Apuntes de Cartografía”. Servicio Geográfico del Ejército. Madrid 1944.
- [142] • VVAA. “Atlas Temático de la Comunidad Valenciana. Tomos I y II”. Levante – El Mercantil Valenciano. Valencia 1991.
- [143] • VVAA. “Boletín de la Real Sociedad Geográfica. Tomo CIV Nos 1 a 12. Enero–Dcbre. 1968. Real Sociedad Geográfica. Madrid 1968.
- [144] • VVAA. “Cartografía de Galicia. Séculos XVI ó XIX”. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago 2005.
- [145] • VVAA. “Cartografía Històrica de la Corona d’Aragó. Segles XVI a XVI-II”. Universitat Jaume I. Castelló 2005.
- [146] • VVAA. “Cartografía Valenciana”. Exposición Abril/Junio. Diputación de Valencia. Valencia 1997.
- [147] • VVAA. “Cosmos. Gran Atlas Salvat. El Universo. Tomo V.”Salvat Editores S.A. Barcelona 1981.
- [148] • VVAA. “Doscientos años del Observatorio Astronómico de Madrid”. Asociación de Amigos del Observatorio Astronómico de Madrid. Madrid 1992.
- [149] • VVAA. “Historia de la Cartografía”. Enciclopedia Geográfica. Editorial Codees Argentina.

- [150] • VVAA. “Historia Universal de las exploraciones” Tomo II. Espasa Calpe. Madrid 1989.
- [151] • VVAA. “Ingeniería, Cartografía y Navegación en la España del Siglo de Oro”. Revista del Ministerio de Fomento nº 542, Julio-Agosto 2005. Ministerio de Fomento. Madrid 2005.
- [152] • VVAA. “La Imagen del Mundo. 500 años de Cartografía”. CENIG. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid 1992.
- [153] • VVAA. “La polémica de la Ciencia Española”. Alianza Editorial. Madrid 1970.
- [154] • VVAA. “Manual de Topografía y Lectura de Planos”. Escuela de Geodesia y Topografía. Estado Mayor del Ejército. Madrid 1980.
- [155] • VVAA. “Mapas de España”. Universidad de Valladolid. Valladolid 2006.
- [156] • VVAA.”Atlas del Espacio. tomo I”. Time Life Books Inc.& Ediciones Folio S.A. Barcelona 1999.
- [157] • VVAA.”Fondos Cartográficos del Instituto Geográfico Nacional”. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid 2000.
- [158] • W. SHIRLEY, RODNEY. “The Mapping of the World 1475 - 1700”. The Holland Press Ltd. Holanda 1987.
- [159] • WHITFIELD, PETER “Mapping the World. The British Library. London 2000.