

EL PROYECTO DEL MAPA DE ESPAÑA: LOS PRIMEROS TRABAJOS (1853-1857)

POR

JOAQUÍN CASTRO SOLER

Y

ANTONIO E. TEN ROS

A Francisco Soler Canuto, in memoriam.

Introducción

A partir de la década de los cincuenta del pasado siglo, la geodesia española experimentó una progresión constante que la llevaría a ocupar en el último cuarto de siglo un lugar destacado, que culminaría con el nombramiento del general Ibáñez de Ibero como presidente de la Unión Geodésica Internacional y como miembro de las más importantes sociedades científicas europeas. El desencadenante de esta promoción singular fue la elaboración de la Carta de España y en particular los trabajos de alta geodesia llevados a cabo con ese fin. La medición de Madrideojos —la base central de la triangulación—, la de las bases secundarias, la elaboración de la red fundamental, las operaciones astronómicas asociadas —entre ellas las determinaciones de diferencias de longitud con los países vecinos—, los trabajos de nivelación, los metrológicos, las medidas de la intensidad de la gravedad, el enlace España-Argelia o el de las Baleares con la Península, son los hitos de esa empresa.

Estudios Geográficos
Tomo LIV, n.º 213, octubre-diciembre 1993

El presente trabajo pretende dar a conocer diversos aspectos relacionados con el origen del proyecto del Mapa. Pretende, además, relatar las actividades geodésicas desplegadas durante los cinco cruciales años que median entre el inicio oficial de la empresa y la medición de Madrudejos.¹

Los breves párrafos que dedicó Carlos Ibáñez de Ibero —si realmente fue él— en las introducciones a los libros *Experiencias hechas con el aparato de medir bases perteneciente a la Comisión del Mapa de España*,² publicado en 1859, y *Base central de la triangulación geodésica de España*,³ publicado en 1865, y el contenido de dos Reales Decretos del año 1853, son, sin duda, las fuentes de los también cortos comentarios que el interesado puede encontrar en la literatura secundaria. Las dos introducciones, por su brevedad, y también porque Ibáñez, seguramente, no pretendía escribir una monografía histórica en dos entregas, han dado origen a ciertos malentendidos y confusiones acerca de cómo y quiénes iniciaron el proyecto. Hasta la fecha no ha aparecido impreso prácticamente nada en relación a las operaciones geodésicas realizadas durante el cuatrienio 1854-1857, deficiencia que han puesto en evidencia estudiosos del tema como Francesc Nadal y Luis Urteaga.⁴ La escasa bibliografía existente sobre este período se reduce también a una serie de breves comentarios contenidos en *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*, aparte de alguna referencia aislada inserta en los citados libros firmados por Ibáñez y sus colaboradores. De semejante material, el interesado puede deducir que durante este período parte de los comisionados reconocieron y proyectaron la base central y las cadenas fundamentales de la triangulación, mientras que dos de ellos eran comisionados a París para revisar las tareas de construcción del aparato de medir bases y adquirir instrumentos para las labores geodésicas. En estos textos se reseña exclusivamente quién proyectó cada cadena, y cuándo lo hizo, y prácticamente no se detalla ningún otro

¹ Una primera entrega de este trabajo apareció en CASTRO SOLER, J. (1990): Los inicios del proyecto del mapa de España. *Actas del V Congreso de la Sociedad española de las ciencias y de las técnicas*, Murcia dic. 1989, 943-956.

² IBÁÑEZ E IBÁÑEZ DE IBERO, C.; SAAVEDRA MENESES, F. (1859): *Experiencias hechas con el aparato de medir bases perteneciente a la Comisión del Mapa de España*. Madrid, Imp. y Estereotipia de Rivadeneyra.

³ IBÁÑEZ, C.; SAAVEDRA, F.; MONET, F.; QUIROGA, C. (1865): *Base central de la triangulación geodésica de España*. Madrid, Imp. y Estereotipia de Rivadeneyra.

⁴ NADAL, F.; URTEAGA, L. (1990): Cartografía y Estado: Los mapas topográficos nacionales y la estadística territorial en el siglo XIX. *Geocrítica*, 88, p. 38.

aspecto. El relato de las misiones llevadas a cabo por los comisionados en París, tareas de asesoramiento y control de la construcción del aparato de medir bases lo estudiamos en una publicación anterior.⁵ Parece interesante aquí, pues, profundizar en las circunstancias que condujeron a los primeros trabajos geodésicos, y tratar de explicitar el progreso de los mismos durante esta etapa crucial de los orígenes del mapa geodésico de España.

Una buena parte del material utilizado para elaborar este trabajo procede del archivo de manuscritos del Instituto Geográfico Nacional, que está prácticamente inédito hasta el momento. Digamos finalmente, que en ocasiones el material está incompleto, como sucede con la colección de cuadernos de campo de las brigadas que realizaron los trabajos en los años 1854-1857.⁶ Al parecer, diferentes traslados del archivo han provocado la pérdida para siempre de una parte considerable de estas fuentes.

La Academia de Ciencias y la Junta del Mapa de España

La historiografía contemporánea más digna de crédito que ha tratado el aspecto institucional del proyecto del Mapa ha puesto de relieve su fluctuación entre dos modelos cartográficos diferentes:⁷ por un lado, el liberal, partidario de una ejecución civil del mismo; por otro, la posición moderada que defendía, al igual que había sucedido en Francia, la separación del catastro y el mapa topográfico, y la ejecución de este último por el Cuerpo de Estado Mayor del Ejército. A juzgar por la literatura oficial, el proyecto, iniciado en época moderada, vivió ya durante su primer año de existencia esa dualidad, al pasar del Ministerio de Fomento al de la Guerra. Pero lo que parece indudable es que el proyecto no tuvo su origen en una iniciativa gubernamental sino privada: nació gracias a un grupo de personas —civiles y militares— cuyo común denominador fue su pertenencia a una institución civil: la Real Academia de Ciencias. Como premio a su iniciativa se les nombró miembros de la llamada Junta Directiva del Mapa,

⁵ CASTRO, J. (1990): La construcción de la Regla española. *Asclepio*, XLII, 347-364.

⁶ IGN, Serie III.

⁷ Por ejemplo, ALONSO BAQUER, M. (1972): *Aportación militar a la cartografía española en la historia contemporánea*. Patronato de Herrera. Instituto de Geografía Aplicada, Madrid; NADAL, F.; URTEAGA, L. (1990), *op. cit.*

el órgano rector de la empresa. En el período que vamos a estudiar, la actividad de la Junta se centró en la realización de operaciones geodésicas (al menos no tenemos constancia de que no fuera así), y para llevarlas a efecto, imitando a otros países, en los que las labores geodésicas eran encargadas a los militares, se creó la denominada «Comisión del Mapa» integrada por el único personal capaz de realizarlas, es decir, por miembros de los diferentes cuerpos facultativos del Ejército. Pese a los consejos del Real Decreto de enero de 1853, los integrantes de la citada comisión no pertenecían exclusivamente al Cuerpo de Estado Mayor.

Nuestras fuentes nos han permitido constatar, en efecto, el importante papel que jugó la Academia de Ciencias de Madrid como primera impulsora de la idea. El gran número de publicaciones que dedicó la *Revista de los Progresos de las Ciencias* a la geodesia, en especial durante sus primeros años de existencia, el repaso a las biografías de cada uno de los miembros fundadores de la Junta del Mapa de España, o diversos comentarios de la época, nos han mostrado indicios claros de dicha dependencia.

Oficialmente, como recoge la bibliografía que ha tratado este tema, todo comenzó con el Real Decreto promulgado en enero de 1853⁸ por el gobierno de Federico Roncali en el cual se encargaba la empresa al Ministerio de Fomento. En la exposición previa a este Real Decreto, escrita por el conde de Mirasol⁹ —entonces titular del Ministerio— éste recogía de nuevo las mismas lamentaciones de Jorge Juan, Isidoro de Antillón y otros intelectuales españoles, por la inexistencia de una Carta Geográfica de España de precisión. Señalaba además las graves consecuencias que se desprendían de semejante deficiencia y los beneficios que, en caso de acometerse, aportaría para España el Mapa. Para el conde, los dos anteriores intentos realizados en la década de los cuarenta, el de 1840 y el de 1843, habían fracasado porque «las circunstancias» no eran las más convenientes; ahora,

⁸ «Gaceta de Madrid», n. 16, de 16 de enero.

⁹ Don Rafael Arístegui y Vélez, Conde de Mirasol, militar de profesión, había sido nombrado ministro de Marina del gabinete del conde de Alcoy el 14 de diciembre de 1852 y ocupaba la cartera de Fomento interinamente. Tenía cierta experiencia en dirigir empresas topográfico-catastrales puesto que, entre los años 1844 y 1847, había sido gobernador de Puerto Rico y allí creó la *Comisión Central de Estadística*, que elaboró el censo de la isla. No era la primera vez que accedía a un ministerio, ya que había sido ministro de la Gobernación del primer gabinete de Bravo Murillo, formado el 14 de enero de 1851, aunque poco tiempo después fue remodelado y cayó de la lista, siendo sustituido por Francisco Lersundi.

habían cambiado, y esta vez eran propicias para llevar a cabo el proyecto. En su nueva etapa ministerial, iba a ser protagonista de un nuevo intento, que aunque también fracasado, constituyó el preludio del definitivo. El Conde no olvidó citar en su escrito a la recién creada *Academia Real de las Ciencias*: «...Al acercarme al estudio de este negocio, he encontrado un luminoso dictamen emitido por la respetable Academia Real de las Ciencias, basado sobre algunos trabajos que al intento habían sido preparados por el ilustrado Director de Obras públicas;¹⁰ y sobre estas opiniones he fundado las que tengo el honor de exponer a V.M.»¹¹

Según escribió José María Tarroja, el académico numerario Joaquín Ezquerro del Bayo, en la sesión de 30 de abril de 1849, proponía a la Academia y ésta acordaba «llamar la atención del Gobierno sobre la necesidad, conveniencia y utilidad de formar la carta topográfica de España». ¹² En la sesión de abril de 1852 se leía una Real Orden del Ministerio de Fomento encargando a la corporación un informe sobre las características que debía tener la *Carta General del Reino* y el modo de realizarla. El geodesta Arturo Mifsut también refirió, a principios de este siglo, el importante papel desempeñado por la Academia: «La guerra de la Independencia y los disturbios políticos que la sucedieron, esterilizaron los esfuerzos de nuestros sabios geodestas y astrónomos Chaix, Rodríguez y otros por restablecer la normalidad en el orden científico, hasta que en 1852, la Real Academia de Ciencias, en un informe que elevó al Gobierno, manifestaba *que no se debe pasar más tiempo sin que la enegía de una voluntad decidida, y con el noble empeño de vencer toda clase de obstáculos, por grandes que sean los sacrificios que esto lleve consigo, se emprenda obra tan necesaria como la de nuestro mapa topográfico.*»¹³

La Academia era relativamente joven; había sido fundada y refundada en varias ocasiones a lo largo de la primera mitad del siglo XIX. Pero no fue hasta el año 1847, cuando el ministro de Comercio, Instrucción y Obras

¹⁰ El Director de Obras Públicas en esa época era José García Otero.

¹¹ «Gaceta de Madrid», n. 16, de 16 de enero.

¹² TORROJA MIKLET, J. M. (1949): *Reseña Histórica de la fundación de la Academia y de los hechos más importantes con ella relacionados, en el primer siglo de su existencia, tomada de las actas de sus sesiones. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Publicaciones del Centenario, Serie 2.ª, Tomo X, 5-22.*

¹³ MIFSUT Y MACON, A. (1905): *Geodesia y Cartografía*. Madrid, Talleres del Depósito de la Guerra, p. 457.

Públicas, Mariano Roca Togores constituía la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Componían la institución 36 miembros,¹⁴ de los que pertenecían a la futura «Junta Directiva del Mapa» Fernando García San Pedro, Oficial del Real Cuerpo de Ingenieros; José Odriozola, Coronel del Cuerpo de Artillería; Jerónimo del Campo, Ingeniero de Caminos y Canales; Celestino del Piélago, Coronel de Ingenieros; Antonio Terrero, Coronel del Cuerpo de Estado Mayor, y Rafael Amar de la Torre, profesor de la Escuela de Minas. Sin lugar a dudas, estos hombres, junto a alguna nueva incorporación, fueron los responsables de la aparición de diversos artículos directamente relacionados con las futuras labores geodésicas, generalmente de procedencia francesa, en la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, publicada por la institución.¹⁵

Aunque la composición más temprana de la Junta que ha llegado a nuestro poder proviene de un documento de finales de 1853, y ésta contaba entonces con once miembros, es posible reconstruir cuál era la formación inicial de la misma. El artículo segundo del Real Decreto de enero de 1853, dice así: «...Constituirán la expresada Junta de dirección un Presidente, cinco Vocales y un Secretario, nombrados a propuesta de este Ministerio, uno respectivamente de cada instituto de los siguientes, á saber: el Presidente con las calidades necesarias al efecto; un Vocal del cuerpo de ingenieros del ejército; el segundo del cuerpo de Oficiales de la Armada naval; el tercero del estado mayor del ejército; el cuarto del de ingenieros de caminos, canales y puertos; y el quinto finalmente del de ingenieros de minas. El Secretario, que ha de ser al propio tiempo Bibliotecario y Archivero, será presentado á Mi Real aprobación, mediante propuesta del Director que Yo nombraré.»¹⁶

Por su parte, y de acuerdo con nuestra documentación, la composición de la Junta del Mapa en octubre de 1853 era la siguiente: Presidente, Antonio Monteverde; Secretario, Ángel Álvarez; Vicepresidente, Fernando

¹⁴ Una lista completa de los miembros aparece en J. M. Torroja (1949), *op. cit.*

¹⁵ Una bibliometría realizada por los autores de este trabajo ha demostrado el importante papel que jugó dicha publicación durante la segunda mitad del siglo XIX como vehículo de información científica en temas relacionados con la geodesia y con el Mapa de España. Ver CASTRO SOLER, J. (1991): *El proyecto del Mapa de España en el siglo XIX (1853-1900): La triangulación geodésica fundamental y las labores astronómicas*. Tesis doctoral.

¹⁶ «Gaceta de Madrid», n. 16, de 16 de enero.

García San Pedro; Vocales, Antonio Terrero, Celestino del Piélago, José Odriozola, Rafael Amar de la Torre, Jerónimo del Campo, Agustín Pascual, Antonio Aguilar, Manuel Rico Sinobas.

Por ello no resulta difícil aventurar que la, un tanto caprichosa, futura composición de la Junta prevista por el Real Decreto escondía, en realidad, que estaba hecha a medida. El presidente, Manuel Monteverde, era miembro de la Academia desde el año 1851;¹⁷ el puesto de vocal del cuerpo de Ingenieros del Ejército fue ocupado por Celestino del Piélago, miembro fundador de la Academia, que tenía el grado de coronel; el de vocal del cuerpo de Oficiales de la Armada, es probable que se pensara para José Sánchez Cerquero, también miembro fundador de la Academia y Director del Observatorio Astronómico de San Fernando, pero no aparece ningún marino en las sucesivas Juntas; el de tercer vocal, del cuerpo de Estado Mayor, fue para Antonio Terrero, entonces coronel; el de cuarto vocal, del cuerpo de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, fue para Jerónimo del Campo; el quinto, que debía pertenecer al cuerpo de ingenieros de Minas, fue ocupado por Rafael Amar de la Torre; el cargo de Secretario fue para Ángel Álvarez. Faltaban Agustín Pascual, entonces profesor de la Escuela de Montes; Antonio Aguilar, director del Observatorio Astronómico de Madrid, y Manuel Rico Sinobas, catedrático de Física de la Universidad Central. Debemos resaltar que todos los miembros de la denominada «Junta Directiva» (o de la Dirección) de la Carta Geográfica de España», excepto quizás el comandante Ángel Álvarez, eran ya entonces personas de reconocido prestigio científico e intelectual. El breve repaso a sus currícula nos muestra que cada uno de ellos tenía bien justificada su inclusión en la Junta. Con seguridad, diez de ellos eran entonces profesores de alguna Escuela Militar, Escuela Especial o de la Universidad.¹⁸

Es cierto que una buena parte —aproximadamente la mitad— del personal que más tarde llevó a cabo los trabajos geodésicos se formó en la Escuela de Estado Mayor. Creada en 1842 por iniciativa del entonces director general del Cuerpo de Estado Mayor, Juan Tena Hernández, su «plan de estudios» contemplaba las asignaturas, *Geometría Analítica* y

¹⁷ En su discurso de ingreso leyó una memoria titulada *Inmenso desarrollo de las Matemáticas a contar del siglo XVII*.

¹⁸ De Ángel Álvarez no nos ha sido posible hasta ahora obtener información al respecto.

Descriptiva, Trigonometría Esférica, Cosmografía, Mecánica, Geodesia aplicada al levantamiento de planos y croquis, Trazamiento de itinerarios, Reconocimiento y descripciones del país, Elementos de Fortificación permanente y de Artillería, Geografía y dibujo geométrico y topográfico. La presencia de materias tan necesarias para la elaboración de la Carta justificaría la inclusión de personal procedente del Cuerpo de Estado Mayor en la Comisión del Mapa. Pero no eran los únicos capaces de llevar a cabo este tipo de operaciones. Según J. Puerta,¹⁹ hasta la creación de la Escuela, la asignatura *geodesia* sólo figuraba en los planes de estudios de los cuerpos de Artillería e Ingenieros. De todos modos, la importancia que iba a tener la Escuela, quedó reflejada en el artículo 6 del Real Decreto de 11 de enero, que disponía que los Oficiales que anualmente salían de la Escuela considerarse como comisionados en el proyecto de la Carta. De los oficiales que participaron en las operaciones geodésicas para la Carta durante el siglo XIX —un total de 49, entre ingenieros, artilleros y de Estado Mayor—, aproximadamente la mitad (24) procedían de Estado Mayor.²⁰ La participación de personal civil en operaciones geodésicas de primer orden fue inexistente. No sucedería lo mismo, sin embargo, con las operaciones astronómicas y otras operaciones asociadas.

El plan de Odriozola y Terrero

Creada por fin la Junta, Antonio Terrero y José de Odriozola le presentaron, en marzo de 1853, un informe técnico sobre el modo más conveniente de realizar la triangulación geodésica. Lo titularon precisamente «Reglas generales y sistema que para asegurar el buen éxito de los trabajos y según la opinión de los vocales que suscriben, deben observarse en el levantamiento de la carta».²¹ Sus autores poseían, indudablemente, buenos conocimientos geodésicos: José de Odriozola había publicado años

¹⁹ PUERTA, J. (1981): Apuntes biográficos del Cuerpo de Estado Mayor. El Excmo. Sr. Brigadier de Infantería Don Juan Tena Hernández, Mariscal de Campo. *Servicio Geográfico del Ejército. Boletín Informativo*, n. 50, 53-57.

²⁰ Hemos excluido de este recuento los 8 oficiales de Telégrafos y los 4 de Topografía, que, en lo que se refiere a las operaciones de alta geodesia, tuvieron una participación esporádica. Fuente: CASTRO SOLER, J. (1991), *op. cit.*

²¹ IGN, Serie III, carpeta 1.

atrás un famoso curso de matemáticas²² que contenía un amplio apéndice sobre operaciones topográfico-geodésicas; Antonio Terrero, por su parte, había sido el autor de una memoria sobre la forma más adecuada para los triángulos geodésicos publicada por la Academia de Ciencias.²³ El contenido del apéndice de Odriozola no puede considerarse más que una breve introducción a la Geodesia, que en varios aspectos, por ejemplo la medición de bases, era muy elemental y pasado de moda. En cambio, la memoria salida de la pluma de Terrero era de verdadera actualidad. En ella analizaba la idea sostenida en la obra de L. Puissant²⁴ —un escrito clásico en la época— y compartida también por L. B. Francoeur y J. F. Salneuve, sobre la conveniencia de elegir en las triangulaciones los triángulos equiláteros con el objeto de disminuir los errores en las medidas de los lados. Afirmaba al respecto Terrero «...que semejantes soluciones de casos hipotéticos no son aplicables á operaciones geodésicas delicadas». No es más que la tesis mantenida por el general Piobert, examinador de la Escuela de Aplicación de Marz, en uno de los artículos publicados por la Academia en el año 1850.²⁵ Terrero continuaba: «...de aquí, que como el ángulo opuesto á la base ó lado conocido merezca una particular consideración, porque no solo influye exclusivamente y con más eficacia que los formados sobre esta en la propagación de sus propios errores, sino que contribuye además tanto como estos al acrecentamiento de los que en ellos se hubiesen cometido, convendrá aproximar dicho ángulo á recto con preferencias a los otros dos...» «...No es posible dar una solución terminante y general al problema que nos ocupa...» «...El triángulo rectángulo, á pesar de sus conocidas ventajas, adolece de un inconveniente que le hace inaplicable en muchos casos. Aunque su forma disminuya los errores de los lados al propagarlos de uno en otro, conviene sin embargo sea lo menor posible su número, para que no se multipliquen los de observación...»

Terrero concluye su Memoria, primer fruto teórico de los trabajos del

²² ODRIOZOLA, J. (1827-1829): *Curso Completo de Matemáticas Puras*. Madrid, 4 vols. Imprenta que fue de García.

²³ TERRERO, A. (1851): Sobre la forma más conveniente de los triángulos geodésicos. *Memorias de la Real Academia de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Serie 1.ª, tomo II, 2.ª parte 1.ª*

²⁴ PUISSANT, L. (1842): *Traité de Géodésie*. 2 vols. Troisième édition. Paris. Bachelier.

²⁵ PIOBERT, G. (1850): De la forma mejor que conviene dar á los triángulos geodésicos. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1, 372-380*.

Mapa con una reflexión de geodesta práctico: «...Se supone en todas estas discusiones que somos árbitros de elegir á nuestro antojo los triángulos, lo que no es posible en la práctica; más siempre seremos dueños de escoger entre los puntos que puedan servir de estación el que menos se separe del que consideremos conveniente.»

El plan propuesto por Odrizola y Terrero marcó las directrices de la empresa aunque, con el tiempo, sufriría sucesivas modificaciones y sería progresivamente más ambiciosa. De lo que podríamos denominar la generación de geodestas anterior a 1850, en la que estarían incluidos Odrizola y Terrero, surgiría más tarde una nueva, integrada por hombres como Ibáñez, Saavedra, Monet o Ibarreta, autora material de las operaciones geodésicas.

Odrizola y Terrero proponían situar la base central de la triangulación en algún lugar cercano a Madrid. La base habría de servir de punto de partida de cuatro cadenas principales de triángulos de primer orden, «...que dirigiéndose hacia los cuatro puntos cardinales y ciñendo el meridiano y paralelo del observatorio astronómico de esta corte, bayan (sic.) á terminar en nuestras costas y fronteras...».²⁶ La triangulación debía desarrollarse con otras cadenas secundarias paralelas a las anteriores, separadas de dos en dos grados. De este modo, la Península quedaría dividida en grandes cuadriláteros, rellenos a su vez por triángulos de primer orden, y formada una red que recubriría todo el país. Este modo de desarrollar la triangulación —a base de meridianos y paralelos— había sido utilizado ya en Francia y, dadas las características de la Península— era efectivamente el más aconsejable. Procedimientos distintos de desarrollo corresponden, por ejemplo, a la triangulación poligonal de Irlanda, o al plan de Jorge Juan para España, recogido en su célebre informe de 1751,²⁷ en el que expone sus pretensiones de desarrollar la triangulación por medio de cadenas radiales en sentido de los ocho rumbos de la aguja náutica. Señalemos brevemente que en las operaciones geodésicas definitivas, llevadas a cabo entre los años 1858 y 1884, se midieron cuatro cadenas en la dirección respectiva de los meridianos de Salamanca, Madrid, Pamplona y Lérida, tres cadenas en las direcciones de los paralelos de Palencia, Madrid

²⁶ IGN, Serie III, carpeta 1.

²⁷ JUAN Y SANTACILIA, J. (1809): Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España. *Memorias del Depósito Hidrográfico, I*, apéndice.

y Badajoz, y otras tres, llamadas *de costa*, que se extendieron por la del Norte, Este y Sur. Al cruzarse, estas cadenas formaron diecinueve cuadriláteros, cada uno de los cuales llevó asociado el nombre de la población más importante situada en su interior, que posteriormente fueron cubiertos por una red continua de triángulos de primer orden (figura 1). Conocedores de las dificultades que entrañaba la realización de las medidas angulares, advertían que a medida que aumentara el orden de las triangulaciones se podría descender en la «proligridad» con que deberían ser ejecutadas las operaciones, aunque «...sin menoscavo de la precisión que puede exigirse en los resultados y proporcionando un considerable ahorro de tiempo y trabajo...». ²⁸ El recubrimiento de la Península por medio de triángulos de tres órdenes de magnitud imponía una serie de restricciones en el tamaño

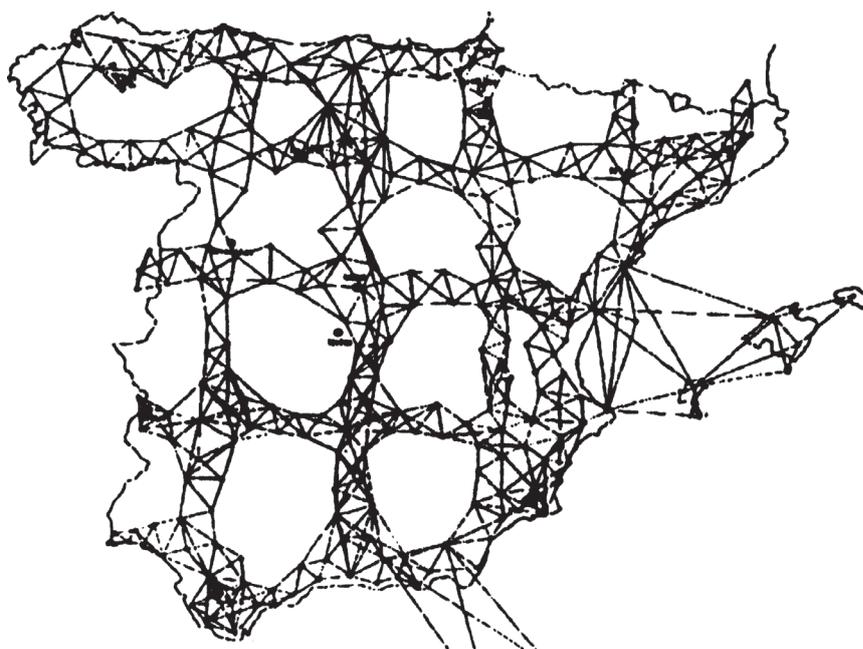


FIGURA 1.—*La triangulación fundamental*

²⁸ *Ibid.*

de los propios triángulos que, aunque no fueron especificados por Odriozola y Terrero, resulta conveniente explicar. Citemos, en primer lugar, que para minimizar los errores en el cálculo de una red era necesario reducir el número de triángulos y aumentar sus dimensiones. Por otra parte, las dificultades de observación, generadas por el tamaño de las señales o la potencia de los teodolitos, obligaban a disminuir las dimensiones de los triángulos y, por consiguiente, a aumentar su número. Semejantes condiciones estuvieron en la mente de ambos al proponer que la longitud de los lados mayores no excediera el medio grado terrestre, y la longitud de los lados de los triángulos de tercer orden oscilara entre cinco y seis minutos de arco. En la triangulación definitiva estos valores fueron ligeramente inferiores.

Tras señalar las líneas generales, el informe entraba en detalles: respecto a la base, declaraban la necesidad de poner el mayor esmero en su elección y medida. Debía realizarse un «escrupuloso reconocimiento» en las cercanías de Madrid, y en caso de no encontrar otra que ofreciese mayores ventajas, debía emplearse la base medida por la comisión encargada de elaborar la «Carta Geológica de Madrid y General del Reyno», situada entre Ocaña y Noblejas, prolongándola hasta alcanzar una longitud que no fuera menor de diez kilómetros. Aunque Ibáñez demostraría, con posterioridad a la medición definitiva de Madrideojos, que no era necesario emplear grandes bases, lo cierto es que la comunidad científica internacional se encontraba dividida al respecto y en España prevaleció, en esa primera época del proyecto, la idea de que lo apropiado era medir una gran base central. Para las tareas de medición de la base, el informe declara que tras construirse sendos observatorios en sus extremos, dos comisiones debían medirla simultáneamente, empezando cada una desde un extremo. El punto intermedio de encuentro de ambas comisiones debía ser marcado, y si los dos resultados obtenidos por este procedimiento diesen una diferencia despreciable, debía adoptarse un término medio, repitiendo en caso contrario la medición de aquella parte en que las dos comisiones hubiesen estado notablemente desacordes. En lo que respecta a este aspecto, señalemos que el aumento en las exigencias experimentado a lo largo de los años hasta la definitiva medición en Madrideojos incrementó también el número de tramos en que se dividió la base, y de dos pasó a cinco. Como instrumento para medir la base proponían un dispositivo formado por plomadas de platino suspendidas de fuertes trípodes y por una regla también de platino,

con termómetro metálico, eclímetro y dos lengüetas.²⁹ Semejante instrumento se encontraba a mitad de camino entre los antiguos de contactos, que empleaban varias reglas, y el inventado hacía poco por el ingeniero piamontés Ignacio Porro, que como máxima novedad utilizaba una sola regla. Es seguro que ambos conocían bien el aparato de Porro, ya que habían aparecido varias descripciones del mismo en la *Revista de los Progresos*.³⁰ Por comparación con operaciones análogas en otros países, el grado de precisión alcanzado por el instrumento con que definitivamente se midió la base de Madrideojos, como mínimo superó en un orden de magnitud al que se hubiera conseguido con el propuesto, lo que viene a confirmar que semejante calidad en la medida era impensable hasta entonces y, quizás, técnicamente innecesaria. La medición iba a traer consigo otros beneficios externos al puramente científico, tales como el que geodestas de otros países estuvieran pendientes de los resultados de las operaciones españolas.

En lo que concierne a las medidas angulares, Odriozola y Terrero señalaban que debería ponerse un especial cuidado en la observación de las cuatro cadenas principales. Este cuidado se lograría al emplear grandes teodolitos repetidores de 0.175 m. de radio. En las operaciones definitivas se utilizaron teodolitos repetidores de Ertel, Repsold y Pistor de medidas ligeramente inferiores a las propuestas en el informe, diferencia que tiene su explicación en el auge que había experimentado la construcción de teodolitos durante los años transcurridos entre el diseño del proyecto y su ejecución.

El informe señalaba también, naturalmente, la necesidad de realizar observaciones astronómicas para verificar las latitudes y longitudes, comprobándose estas últimas por señales de fuego y por comunicaciones eléctricas cuando las líneas telegráficas de este género se hallaran establecidas. En las medidas de diferencias de longitud se empleó efectivamente el

²⁹ En la tercera edición de su *Curso completo de matemáticas puras*, Odriozola aconsejaba un dispositivo más sencillo —el mismo que había empleado cien años antes Jorge Juan en Perú— constituido por una serie de reglones de madera puestos en contacto entre sí por sus extremos a lo largo de la base. Ver J. ODRIOZOLA (1827-1829), *op. cit.*, vol. II, pág. 424.

³⁰ APARATO (1850): Aparato para medir bases inventado por Mr. Porro. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, I, 317-321; APARATO (1853): Aparato para medir bases, ideado por Porro. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 3, 336-345.

telégrafo, pero la aparición del heliotropo y el empleo de señales luminosas de origen eléctrico dejó totalmente anticuado el uso del fuego como señal.

Odriozola y Terrero proponían, por fin, medir diferentes bases de verificación, sin especificar su número, en los extremos de las líneas. Como es conocido, fueron cinco las bases secundarias medidas en la Península.

Tampoco descuidaron un aspecto esencial: el orden en que debían ejecutarse los trabajos. A fin de acelerar unas operaciones que «...con tanta premura reclaman los intereses materiales del país...», debía comenzarse con un reconocimiento previo para la elección de la base de partida, y de una de verificación que debía situarse en la costa del Mediterráneo no lejos de Peñíscola (esta medición ni siquiera se proyectó). El siguiente paso debía ser la realización de las observaciones de los triángulos en las cuatro cadenas principales. La del Este debía iniciarse a la vez por sus dos extremos para traer cuanto antes la nivelación a la base de partida. Tan pronto como se hubiesen adquirido los instrumentos necesarios, debía procederse a la medición de dichas bases, al establecimiento de los observatorios y señales, y a la determinación de los triángulos, «adelantando lo posible en las cadenas principales y dando principio a las secundarias tan luego se hubiese ganado en aquellas la extensión de dos grados. Concluido que sea cada cuadrilátero, se procederá por otras comisiones a llenarlo de triángulos de primer orden y sucesivamente de segundos y terceros...». No pudo hacerse de este modo, entre otras razones, porque el aparato de medir bases no estuvo a punto hasta el año 1857. Como veremos, estos años de espera fueron empleados en el diseño de la red fundamental, tarea que sirvió de aprendizaje para el personal que realizaría más tarde la triangulación.

El informe finalizaba con una serie de medidas tendentes a llevar a término la triangulación en el período de tiempo más corto posible, siendo la más destacada la triangulación de Cataluña aprovechando mediciones anteriores. A la vista del informe había buenas expectativas de que el proyecto, tras tantos intentos frustrados, finalmente progresara. Sin embargo no fue así, quizás debido a que el Ministerio no era el adecuado, o que lo impedía la situación política del momento.³¹ A los problemas externos al

³¹ En breve tiempo sucedieran a Mirasol en la Cartera de Fomento Claudio Moyano y Agustín Esteban Collantes, y ninguno de ellos tomó, que sepamos, alguna resolución sobre el proyecto del Mapa.

proyecto del Mapa se unió la marcha de Monteverde a Bayona a dirigir la «Comisión de Límites y Fronteras», acompañado por el secretario de la Junta Ángel Álvarez, en calidad también de secretario.³² La larga duración de tales operaciones impidió que Monteverde y Álvarez se reincorporaran a la Junta del Mapa. Sin su director, más tarde sin Mirasol, durante los diez meses que estuvo a cargo del Ministerio de Fomento, el proyecto careció de apoyo y ni tuvo dotación presupuestaria ni se le destinó personal alguno.

El paso al Ministerio de la Guerra

El Real Decreto de 14 de octubre de 1853,³³ vino a resucitarlo. En él se encomendaban al Ministerio de la Guerra los destinos de la Carta. En la exposición previa al Real Decreto, Anselmo Bláser, Ministro de la Guerra, escribía: «...SEÑORA: La formación del mapa de España es obra de reconocida y urgente importancia. El rápido acrecentamiento de la prosperidad pública exige una firme base en que sentar útiles proyectos y maduras reformas; y la época de paz regeneradora y estable que comienza presenta la más propicia oportunidad para emprender proyectos de tamaña grandeza, que han de refluir en provecho del servicio en los importantes ramos de Hacienda, Guerra y Obras públicas...»³⁴

Las características de semejante empresa hacían del nuevo emplazamiento un lugar ideal para que finalmente progresara. Así lo defendía el Ministro de la Guerra: «...Esta empresa, SEÑORA, más laboriosa que difícil, acometida en vano muchas veces, si bien requiere, como todas, sumo acierto y madurez en el concebir, exige más que otra alguna, como garantía de éxito en el punto de ejecución, incansable y sistemática perseverancia, ciertos hábitos de disciplina, exactitud y conciencia suma en el desempeño de las más nímias operaciones. La robusta trabazon de las instituciones

³² La frontera franco-española había sido delimitada en el siglo xvii por el tratado de los Pirineos de 1659, pero las disputas entre los montañeses obligaron a crear en 1784 una comisión hispano-francesa, la «Comisión del Límite», encargada de fijar definitivamente dicha frontera, trabajo que quedó inconcluso al entrar España en guerra con Francia. Una nueva comisión, formada en 1853, trabajó hasta el año 1868, de que salieron diferentes tratados de límites (los de 1856, 1862 y 1866) y diversos convenios adicionales (los de 1858, 1863 y 1868) en los que se instituía un orden jurídico nuevo en los Pirineos.

³³ «Gaceta de Madrid», n. 289, del 16 de octubre de 1853.

³⁴ *Ibid.*

militares, la educación científica y los habituales estudios de los cuerpos facultativos, y sobre todo el vigoroso empuje con que en la milicia se hacen converger las voluntades, algo vagamundas de suyo, en vastos trabajos científicos, prestan, en concepto del Ministro que suscribe, grandes probabilidades de acierto para empresa como esta, que, al entrar en el período de acción, tienen que recuperar el tiempo pasado por el aumento de número y eficacia en los brazos inteligentes que cooperan...»³⁵ Y añadía: «...el gran número de Oficiales idóneos disponibles para emprender pujantemente los trabajos; la ventaja de ofrecer á aquellos abierto campo al ejercicio de la geodesia y topografía, utilizando sus talentos en la paz de una manera provechosa para la guerra, tiempo en que tales trabajos se suspenden; y los abundantes datos que encierran el depósito de la guerra y el topográfico de Ingenieros pueden ofrecer atendibles razones que justifiquen la traslación».³⁶

Bláser tenía, efectivamente, razón, ya que resguardadas por el Ministerio de la Guerra en muy poco tiempo —sólo unos meses—, pudieron al fin iniciarse las operaciones. El Brigadier Fernando García San Pedro era nombrado vicepresidente de la Junta y, ante la ausencia de Manuel Monteverde, Director efectivo de la misma. García San Pedro, hasta su muerte un año después, fue el auténtico organizador y alma de la empresa. El propio Monteverde, en una carta personal a García San Pedro, manifestaba su alegría por el nombramiento, al mismo tiempo que relataba las dificultades que atravesaba la Comisión de Límites y Fronteras. «...recibí agradecido la carta de v. de 18 del mes anterior. En ella supone que yo estaba enterado de haber sido v. nombrado para dirigir la formación de la Carta de España como segundo mío, y lo cierto es que nada se me ha dicho directamente, ni oficial ni confidencialmente ni tenía más noticias de esto que la noticia volandera que por ahí corría de que iban a encargar a v. este trabajo, y lo oí por primera vez el día último que estuve en Madrid... y dije entonces, como ahora, que no podía recaer en persona más digna y capaz de este bello e interesante trabajo...»³⁷

Pese a la importancia de la Junta, sólo dos de sus miembros participa-

³⁵ *Ibid.*

³⁶ «Gaceta de Madrid», n. 289.

³⁷ IGN, Serie III, legajo 1.

ron en las operaciones geodésico-astronómicas: Antonio Aguilar³⁸ y Fernando García San Pedro, y este último murió al poco tiempo de iniciarse las operaciones. por esta razón, parece claro que la labor de la Academia de Ciencias, su indudable impulsora, no hubiera tenido continuidad sin la existencia de un organismo capaz de asumir la responsabilidad de llevar a cabo las operaciones. Fue el Ejército el organismo idóneo por sus propias características, como por ejemplo el contar con una infraestructura humana jerarquizado y medios. El paso al Ministerio de la Guerra cambió las negras expectativas, que hacían peligrar por enésima vez el proyecto, por el inicio real de las operaciones. Esta mudanza fue, por otra parte, fenómeno común en toda Europa: durante el siglo XVIII y primera mitad del siglo XIX había sido posible que instituciones puramente científicas promovieran empresas de este tipo; los nuevos tiempos, como ya había mostrado Inglaterra desde hacía años, determinaban que fueran encargadas a los organismos militares (no obstante, y al igual que sucedió en otros países, las operaciones astronómicas asociadas serían llevadas a cabo en su mayor parte por astrónomos civiles). Debemos señalar que con el tiempo, en algunos países como Inglaterra y la propia España, tras crearse las instituciones que debían capitalizar este tipo de operaciones el proceso volvería a invertirse por medio de la transformación progresiva de estas mismas instituciones militares en civiles.

El 27 de octubre de 1853 García San Pedro remitía a Bläser un plan de actuaciones para iniciar los trabajos cuanto antes. En él solicitaba ocho oficiales de los cuerpos facultativos. Aunque no ha llegado a nuestro poder este documento, por una carta de Monteverde al propio García San Pedro fechada el 19 de mayo de 1954,³⁹ contestación a una anterior, es posible constatar que en lo que concierne a las operaciones geodésicas, el proyecto era idéntico al de Terreno y Odriozola. Aprobado el día 9 de noviembre, fueron comisionados Juan de Velasco, Joaquín Sanchiz, Pedro de Zea y Fernando Monet, todos ellos de Estado Mayor; Frutos Saavedra de Artillería, y Manuel Recacho, Carlos Ibáñez y Juan María Ibarreta, que pertenecían al cuerpo de Ingenieros. Fueron estos hombres, junto alguna nueva

³⁸ Sobre Antonio Aguilar, recién nombrado director del Observatorio de Madrid, ver: TEN, A.; MOYA, T. (1988): La formación de un astrónomo en la España del siglo XIX. En: Esteban Piñeiro (ed.), *Estudios sobre Historia de la Ciencia y de la Técnica*. Valladolid, 469-484.

³⁹ IGN, Serie IX, legajo 1.

incorporación, los que definitivamente llevaron a cabo las operaciones de proyección de la red fundamental. Su primera tarea fue la recogida de instrumentos.⁴⁰ La búsqueda permitió localizar tres teodolitos de Dollond de 14" y un cronómetro. Una Real Orden determinaba que los instrumentos adquiridos por el Ministerio de Gobernación en el año 1853 se entregasen a la Comisión. A pesar de diferentes Reales Decretos estos instrumentos no estuvieron en poder de la Comisión hasta los primeros días del mes de febrero de 1854. Otra Real Orden, fechada el 1 de diciembre de 1853, no cumplida, disponía que la sección geográfica del mapa Geológico de la provincia de Madrid se incorporase también a la Comisión. Los comisionados pudieron obtener, no obstante, parte de su material cartográfico, en el que se encontraba un plano de la provincia de Madrid.

Mientras esto sucedía, otros dos comisionados, Carlos Ibáñez y Frutos Saavedra, eran designados para realizar un estudio acerca de los instrumentos empleados en los demás países en la medida de sus respectivas bases, con el fin de que propusieran un aparato en que se evitaran los defectos que la práctica había puesto en evidencia. El instrumento que finalmente diseñaron estaba basado en el mismo principio que el *aparato de Porro*. Ambos, Ibáñez y Saavedra, relatarían brevemente su primera tarea en la Comisión en la advertencia preliminar del libro *Experiencias hechas con el aparato de medir bases*: «Nombrados en 1853 por el Sr. Brigadier D. Fernando García San Pedro, Vicepresidente de la Comisión del Mapa de España, para proponer el sistema de reglas y microscopios con que debían medirse las bases o lados de partida de la triangulación geodésica de la Península, formamos el proyecto de un aparato que obtuvo la aprobación de la Junta Directiva del Mapa...»⁴¹

El citado proyecto, junto a otro que hacía referencia a las señales permanentes, fue aprobado por la Junta el 20 de febrero de 1854. El 1 de marzo de 1854 el Gobierno disponía que los dos oficiales se trasladasen a París para dirigir la construcción del instrumento, el cual, tras diversas modificaciones, iba a resultar de una perfección incomparable, inaudita

⁴⁰ Tenemos constancia de que revisaron en busca de material los archivos de los Ministerios de Fomento, Gobernación, y el domicilio de Francisco Coello, quien probablemente había utilizado instrumental proveniente del Ministerio de Gobernación para realizar operaciones geodésicas destinadas a su mapa.

⁴¹ C. Ibáñez e Ibáñez de Ibero; F. Saavedra (1859), *op. cit.*, p. VI.

para la época. El proceso de construcción, sin embargo, revistió muchas dificultades, de tal modo, que los miembros de la Junta, que pretendían tenerlo en su poder en unos pocos meses, vieron cómo se retrasaba la entrega hasta tres años. El constructor del instrumento iba a ser Jean Brunner, bajo la supervisión y con el auxilio primero de Carlos Ibáñez y Ramón Soriano —un nuevo comisionado que lo era por enfermedad de Saavedra—, y en una estancia posterior, de los dos diseñadores. Desde su residencia en París, que se prolongó varios años, Ibáñez se trasladó a otros puntos de Europa donde realizó compras de material para la Comisión, fundamentalmente libros y cartas; viajó, por ejemplo, a Munich, donde compró instrumentos a Ertel & Sohn y Mez. El aparato de medir bases, modernamente denominado *regla española* —pero no en su época—, no llegó a España hasta febrero de 1857. Al año siguiente se realizaría la medición de la base central de la triangulación, situada en una llanura cercana al pueblo toledano de Madridejos.

La elección de Madridejos

La Comisión de la Carta recibía por vez primera dotación presupuestaria el día 4 de febrero de 1854, destinada a acondicionar el local cedido en el Ministerio de la Guerra. Fueron 15.572 reales con los que se adquirieron muebles para la sala de juntas, secretaría, dirección y mesas de trabajo para los oficiales y auxiliares. El 13 de marzo de 1854 Fernando García San Pedro presentaba a examen y discusión de la Junta las bases en que se debían apoyar las tareas de reconocimiento del país, con el objeto de proyectar las cadenas principales de la triangulación geodésica. Tras ser aprobadas por la Junta, el propio Gobierno las sancionó por Real Orden de 17 de marzo de 1854. El 23 de marzo de 1854, cuando las condiciones meteorológicas eran ya favorables, partía de Madrid, en dirección a Aranjuez, una expedición, formando dos brigadas, integrada por Juan de Velasco, Manuel Recacho, Pedro de Zea, Juan María Ibarreta y Fernando Monet. Junto a ellos, en clase de ordenanzas, marchaba una partida compuesta por un sargento, un cabo y ocho cazadores montados. A éstos se uniría más tarde una brigada de zapadores, con los pocos instrumentos geodésicos en posesión de la comisión y los diversos enseres que debían emplearse en las operaciones. Quedaba en Madrid Joaquín Sanchiz, ocupado en asuntos relacionados con su cargo de secretario de la Comisión, aunque más tarde

se incorporaría también al grupo. Se iniciaba así la primera campana de labores geodésicas, siendo Ocaña el primer destino de la expedición. Allí se encontraba el emplazamiento de la base empleada en la elaboración del Mapa Geológico de la provincia de Madrid, que la Junta pretendía utilizar para situar la base central de la triangulación geodésica. La base de Ocaña tenía la ventaja de estar situada en el centro de la Península, pero el inconveniente, según las instrucciones dadas por Odriozola y Terrero, de ser demasiado corta. Debía, por tanto, estudiarse la posibilidad de prolongarla hasta una longitud de al menos 10 kilómetros. El día 24, con la ayuda de un guía de la zona, el grupo se dirigió al este de Noblejas donde se encontraba el extremo NE de la base y la señal observatorio. Los expedicionarios pudieron constatar la imposibilidad de alargar la base por este extremo en vista de que acababa al inicio de una extensa cañada que llegaba hasta el Tajo. El otro extremo se encontraba muy cerca de la carretera de Murcia, y sólo permitía prolongarla alrededor de media legua —aún atravesando la carretera—, longitud insuficiente para las pretensiones de la Comisión. Cambiar la dirección de la base también resulta imposible: la zona era rica en cultivos de olivar y viñedos, había varios caminos que la atravesaban, el terreno era accidentado y los extremos de la base tenían poco horizonte. Los diferentes trabajos de campo realizados allí sirvieron de experiencia a los comisionados en el manejo de los instrumentos y también les permitieron unificar criterios: «...En las operaciones practicadas durante esta semana han trabajado algunos días todos los señores oficiales de la comisión y cuando se han separado en dos secciones se ha procurado en cada una de ellas hubiera individuos de las dos brigadas con el objeto de que se acostumbren a apreciar las buenas y las malas circunstancias del terreno bajo un punto de vista uniforme en los reconocimientos que han de practicar...»⁴²

Convencidos de la imposibilidad de utilizar la base de Ocaña, los componentes de la expedición se separaron en dos brigadas para reconocer los terrenos situados entre el Tajo y Guadiana en busca de un lugar idóneo para situar la base. El 12 de abril llegó un grupo al pueblo de Madrideojos. Desde lo alto de la torre de la iglesia observaron los alrededores del pueblo y descubrieron la llanura que más tarde serviría de emplazamiento de la

⁴² IGN, Serie III, legajo 10.73. «Observaciones y diario de la Campaña de 1854. Brigadas 1 y 2».

base. Según se puede constatar en el diario de operaciones de la brigada, la extensa llanura contenía tierras de labor «y ni un solo árbol rompía las líneas de horizonte». Contaba con otras ventajas que la hacían preferible a Ocaña. A diferencia de lo que sucedía en ésta, el suelo era llano y tan sólo alteraba su superficie un ligera ondulación próxima al monte de Cebollera. La amplitud de la zona horizontal permitía seguir la dirección exacta Este-Oeste. Un cerro situado en las proximidades de la llanura —el cerro Agudo— podía suministrar abundante material en piedras para la construcción de la señal-observatorio oeste. Los pueblos de Consuegra, Camuñas y Madrideojos se encontraban situados al sur del rumbo de la base a poca distancia de la misma, circunstancia que podía proporcionar ciertas comodidades. A las buenas condiciones citadas se unía que el extremo este de la línea se aproximaba mucho al meridiano de Madrid y, consiguientemente, podía enlazarse con facilidad con la cadena de triángulos de primer orden de dicho meridiano. No obstante, no todo eran ventajas: la llanura era atravesada en su mitad, de norte a sur, y por tanto también la posible base, por la carretera de Madrid a Andalucía. Este contratiempo, en palabras de los expedicionarios, podía minimizarse aprovechando para su medición las horas en que era «casi nulo el tránsito por efecto del calor».

El día 14 de abril, Velasco y Recacho, convencidos de que la llanura podía servir como futuro emplazamiento de la base, se trasladaron a Madrid para dar cuenta del hallazgo. El 20 de abril presentaron el informe a la Junta y ésta decidió que la base se situara efectivamente en Madrideojos. El 26 de abril, mediante Real Orden, la elección fue aprobada por el ministro de la Guerra. Cinco días después se iniciaban las labores de medición provisional de la base con la construcción de dos señales en los extremos de la misma, una en el cerro de Bolos y la otra en el monte de Carbonera. La medición, realizada con una cinta metálica, dio como resultado una longitud de 14.477 m. Tras la medición directa, y al igual que se haría en la definitiva, se realizó, empleando los teodolitos Dollond, una triangulación de comprobación a partir de una base pequeña (medida por dos veces consecutivas que dieron una longitud de 2.083'6 cm., con 0.3 m. de diferencia entre las dos medidas), y enlazada con la base grande por medio de una triangulación. El resultado de esta medición indirecta fue de 14.483 m. Comparado con la medición directa dio una diferencia menor de 0.0005 de longitud total. Tras promediar, se adoptó como longitud provisional de la base 14.480 m. Carece de sentido intentar la comparación de esta

medida con la definitiva, que resultó ser de 14.662 m., dado que el diseño final modificó la disposición y amplió la longitud de la base.

Las campañas

1854: La primera campaña.—Tras la localización y medición provisional de la base, el plan diseñado por García San Pedro contemplaba como segundo paso la proyección de una cadena de triángulos según el meridiano de Madrid y de otra según su paralelo, para continuar más adelante con la proyección de diversas cadenas de meridiano, paralelo y cadenas de costa, y poder formar de este modo la red en la que se iba a fundamentar la triangulación del país.⁴³ Una triangulación realizada con corrección significaba que los puntos elegidos como vértices no debían encontrarse ni muy cercanos ni demasiado alejados entre sí. Más concretamente, el intervalo espacial entre vértices no debía, en general, ser inferior a los 25 kilómetros, ni superior a los 50 kilómetros en línea recta. La indispensable buena visibilidad entre vértices iba a obligar con frecuencia a los comisionados a deshacer el camino, y a realizar nuevas observaciones, a recorrer cientos de kilómetros a pie, por parajes de difícil acceso, con lluvia, nieve, o por contra, con fuerte calor. Unidas a las condiciones adversas del terreno, o a las meteorológicas, los comisionados se encontraron con otras dificultades: el difícil abastecimiento, las enfermedades, como brotes de cólera, o el tener que residir lejos de núcleos de población durante períodos de tiempo prolongados. El desconocimiento del terreno hizo que en ocasiones fueran acompañados por guías de la zona.

Finalizada la medición provisional de la base, las dos secciones se separaron emprendiendo un durísimo trabajo de exploración a través de una ancha zona de Norte a Sur, en la dirección del meridiano de Madrid. En el tomo primero de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico* hay una reseña de la distribución del personal en las dos secciones:

⁴³ No es posible conocer los métodos empleados en la realización de la proyección de la red a partir de los diarios de operaciones. Afortunadamente, aunque con un retraso de veinticinco años, la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico publicaba en 1878 *Instrucciones para los trabajos geodésicos*, que contiene, entre otros, el procedimiento a emplear en la proyección de una cadena. Aunque dicha publicación sirvió de guía, por ejemplo, para la proyección de los grandes cuadriláteros, iba a ser de poca utilidad en esas fechas para la proyección de la red fundamental.

«...Formaron la del norte, Frutos Saavedra, Pedro de Zea y Fernando Monet, y la del sur, Juan de Velasco, Pedro Peñarredonda, Manuel Recacho y Juan de Ibarreta, que componían casi todo el personal que inauguraba á la sazón en el país los trabajos geodésicos, para la formación del mapa topográfico...»⁴⁴

En este breve relato Carlos Ibáñez indudablemente simplificó los hechos, puesto que la brigada norte, ciertamente estaba dirigida por los oficiales Pedro de Zea y Fernando Monet, y la del sur por Juan de Velasco, Manuel Recacho y Juan María Ibarreta, pero Frutos Saavedra y Pedro Peñarredonda no se encontraban junto a ellos al comenzar las operaciones; Frutos Saavedra se incorporó en la segunda etapa de esta primera campaña. Como se ha citado con anterioridad, había sido comisionado a París, junto a Ibáñez, pero una enfermedad le impidió la marcha. Tras su restablecimiento se incorporó a la primera sección (fig. 2).

De la primera brigada poco se puede decir; sabemos que efectivamente realizó trabajos de proyección del meridiano de Madrid en la parte norte.

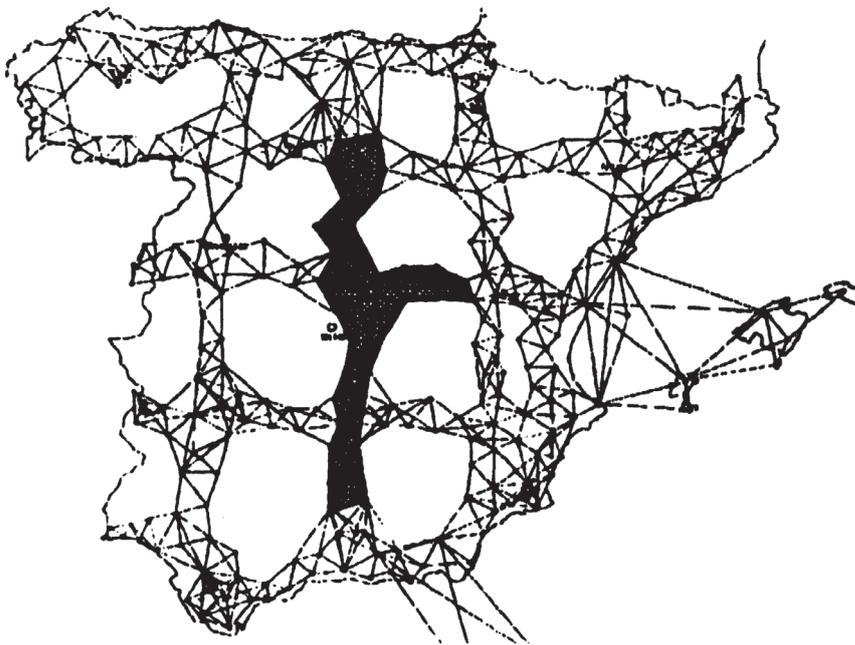


FIGURA 2.—La primera campaña

⁴⁴ RED (1875) Red geodésica de primer orden. Meridiano de Madrid. *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico. Vol I*, p. 167.

La segunda brigada, mandada por Juan de Velasco, auxiliado por los oficiales Recacho e Ibarreta, iniciaba las operaciones el día 19 de mayo según consta en el diario de operaciones, trasladándose a diversos puntos situados al sur de la base desde los que realizaron observaciones de las señales construidas en los extremos de la misma. Ascendieron, por ejemplo, al pico de la Calderina, primer vértice al sur de la triangulación. Allí construyeron una señal provisional, consistente en un tronco de cono de piedra con un ánima central, destinada a colocar un mástil. Seguidamente marcharon hacia el sur buscando puntos idóneos para situar los vértices de la cadena, observando desde ellos los restantes vértices para, según fueran visibles o no, aceptarlos o rechazarlos. El día 7 de julio, finalizadas prácticamente las operaciones de proyección encargadas a la brigada, ésta emprendió la marcha hacia Almagro. Allí fueron testigos de un hecho histórico al encontrarse con parte de las tropas sublevadas en Madrid, protagonistas de la *Vicalvarada*, el golpe que fue origen del bienio progresista. Según aparece en el diario de operaciones, «...La Brigada emprendió en este día su marcha hacia Almagro, pero al hallarse casi a las puertas de esta población, se supo con sorpresa que se encontraban en ella parte de las tropas sublevadas en Madrid el día 28 del mes anterior, de cuya posición y hasta existencia sólo habían llegado á la Brigada noticias vagas y contradictorias. Inmediatamente dispuso el Gefe de la Brigada se retrocediera hasta la Calzada y que la escolta de Caballería perteneciente al escuadrón de Zapadores de Granada que se encontraba en este punto con los pronunciados, se internara en la (Sierra?) deteniéndose en Belvia a esperar sus ordenes. Día 8.—Sabedor el Gefe de la Brigada en la mañana de este día de haber evacuado los sublevados á Almagro, dispuso el regreso de la escolta y pasar a esta ciudad con toda la Brigada. Día 9.—A pesar del carácter púramente científico de esta Comisión, la gravedad de la circunstancias imponían al Gefe de la Brigada el deber de presentarse al E.S. Ministro de la Guerra, cuyo cuartel general se suponía en el Puerto o en Villarubio de los Ojos, tanto más cuanto la falta de recursos en que se encontraba la brigada de resultas de haberse paralizado toda comunicación con Madrid, hacía en extremo embarazosa su posición. En tal concepto emprendió la Brigada su marcha hacia Daimiel en la misma mañana de este día, a pesar del deplorable estado en que se encontraban todos los caballos á consecuencia del rudo servicio que habían prestado durante los últimos días...»⁴⁵

⁴⁵ IGN, Serie III, legajo 10.73 «Observaciones y diario de la Campaña de 1854. Brigadas 1 y 2».

La marcha hacia Daimiel quedó interrumpida por la aparición del capitán de E. M. Pedro Peñaredonda que llevaba fondos para la brigada y órdenes para proseguir las operaciones. El día 28 de julio quedaba terminado el trabajo encomendado a esta brigada. A la espera de nuevas instrucciones se trasladaron a Almagro, ocupándose entre tanto del arreglo de las anotaciones y de la resolución de los triángulos. Pero la noticia de la muerte de Fernando García San Pedro, unida a la gravedad de los sucesos políticos, les obligó a variar de proyecto y desplazarse a Madrid, «...disponiendo que previo descanso de un día, emprendiera también la Brigada su marcha hacia la Corte, debiendo el Sr. Recacho viajar desde Tembleque en Ferrocarril con los auxiliares y equipajes y el Sr. Ibarreta continuar la marcha para Ocaña con los caballos y ordenanzas montados. Todo lo que tuvo efecto reuniéndose la Brigada en Madrid el 3 de Agosto de 1854...»⁴⁶

Las operaciones se reanudaron en los primeros días de septiembre. En esta ocasión eran ya tres secciones. La tercera se formó gracias al aumento de personal de la comisión. Al mando de la primera brigada se encontraban Pedro de Zea, Fernando Monet y Frutos Saavedra. Los oficiales Manuel Recacho y Juan María Ibarreta pasaron a dirigir la nueva brigada, mientras que la segunda era comandada por el capitán Juan de Velasco, auxiliado por los capitanes de Estado Mayor Pedro Peñarredonda y Cesáreo Quiroga, un nuevo comisionado. La primera brigada continuó los trabajos hacia el norte a lo largo del meridiano de Madrid, hasta el 30 de noviembre, fecha en la que había alcanzado la altura de Burgos. En esa época del año estaban ya nevadas las cumbres desde las cuales observaron. La segunda brigada debía prolongar, esta vez hacia el sur, la proyección de la cadena del meridiano de Madrid, que en esos momentos había llegado a Sierra Morena, hasta alcanzar el mar si lo permitía la estación del año. Puesta en marcha el 7 de septiembre, se encontró reunida en La Carolina (Jaén) el 16 del mismo mes. El 18 de septiembre se reconocieron los cerros entre La Carolina y Linares. Pero un nuevo contratiempo paralizó las observaciones: el cólera se había propagado de una manera alarmante en Linares, de modo que la Brigada salió el 19 hacia Baeza, donde permaneció hasta el 25. En la provincia se decidió que los pueblos libres de la epidemia denegaran la entrada a toda persona procedente de puntos afectados por la enferme-

⁴⁶ *Ibid.*

dad. Este hecho complicó los movimientos de la Brigada, forzada a recorrer en sus reconocimientos una zona infesta. Según relatan, «...deseando no permanecer en la inacción...», la Brigada se dirigió ese día a Vilches para hacer un reconocimiento de la meseta de Linares. Llegó al lugar el día 27 evitando toda comunicación con los establecimientos mineros, donde se hallaba el cólera. Teniendo la seguridad de no ser recibidos en Vilches, pasaron a La Carolina. Ante la imposibilidad de continuar las operaciones se inició la marcha hacia Madrid, donde llegaron el día 9 de octubre. Finalizaba así la primera campaña para la segunda brigada. Juan de Velasco acababa entonces su labor para el Mapa de España; su solicitud de regreso al servicio especial de su cuerpo le había sido concedida. La tercera brigada había recibido la orden de iniciar una nueva cadena en dirección del paralelo de Madrid hacia la parte oriental de la Península. El día 9 de diciembre finalizaban las operaciones, cuando la brigada había alcanzado la sierra de Albarracín.

1855: La segunda campaña.—Tras acordar la Junta Directiva las tareas a desarrollar y aprobarlas el Gobierno en fecha 12 de marzo de 1855, a primeros de abril, con un cierto retraso a causa del tiempo lluvioso, salían cuatro brigadas al campo a continuar las operaciones en el meridiano y en el paralelo de Madrid, pero la propagación del cólera por toda la península iba a dificultarlas: como le había sucedido el año anterior a la segunda, esta vez las cuatro brigadas debieron trabajar alejadas de las ciudades. Pese a ello, los trabajos pudieron adelantarse hasta que a fines de agosto regresaron a Madrid (fig. 3). Para esas fechas la primera sección había finalizado la proyección del tramo norte del meridiano de Madrid, y por medio de otra cadena que seguía el paralelo de Bilbao —denominada posteriormente Cadena de Costa Norte— había podido enlazar con la triangulación francesa. En lo que se refiere al personal encargado de los trabajos, Frutos Saavedra era el jefe de la brigada. Pertenece a ella Fernando Monet, y Pedro de Zea había sido sustituido por Cesáreo Quiroga, quien tomaría también parte, años después, en las observaciones definitivas. La segunda sección prolongó su trabajo hasta la costa de mediodía, debiendo superar la gran dificultad de Sierra Nevada. Según aparece en *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*,⁴⁷ la brigada no finalizó su cometido debido a que

⁴⁷ RED (1875), *op. cit.*, p. 167.

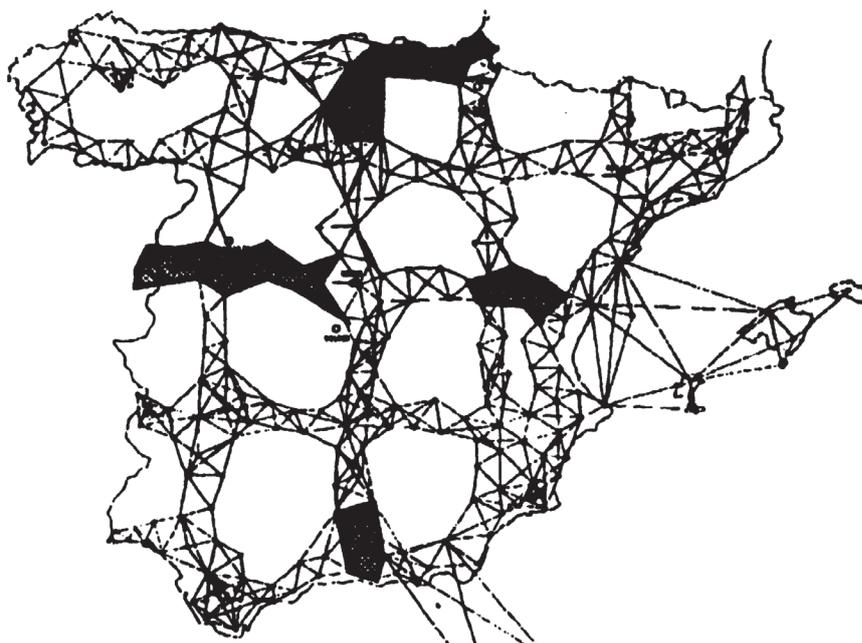


FIGURA 3.—*La segunda campaña*

la zona sur del meridiano de Madrid sufrió diversos cambios hasta su medición definitiva. En esta segunda campaña, Manuel Recacho fue relevado de la sección y Velasco fue reemplazado por un nuevo comisionado, el oficial de Estado Mayor Manuel Ruiz Moreno, quien tenía el encargo de dirigir las operaciones. La tercera brigada alcanzó las costas levantinas y pudo unir sus trabajos con los realizados en el primer cuarto del siglo por Biot y Arago, operaciones que habían tenido como finalidad prolongar el meridiano Dunkerque-Barcelona hasta las Baleares. Al respecto, los comisionados, a cuyo mando estaba el oficial de Ingenieros Lino Vea Murguía, pudieron encontrar marcado con bastante claridad el punto en que estuvieron las señales de *Espadán* y *Desierto*. Como habían previsto Odriozola y Terrero,⁴⁸ realizaron el estudio del terreno para situar una base de comprobación, aunque, finalmente, dicha base ni siquiera se diseñó. El proyecto de esta parte oriental fue modificado en el año 1862 por el oficial de Ingenieros Joaquín Barraquer. La cuarta brigada, al mando de la cual estaban Pedro de Zea y Félix Hurtado de Corcuera, alcanzó la frontera portuguesa y

⁴⁸ IGN, Serie III, Legajo I.

enlazó con la triangulación lusa, concretamente, con las señales de *Marofa*, *S. Cornelio* y *Jarmello*. Quedaba, no obstante, una pequeña parte por estudiar a la altura de la sierra de Gredos, a causa de las dificultades provocadas por la nieve en esos picos.

1856: la tercera campaña.—A primeros de abril de 1856 se iniciaba la tercera campaña de observaciones. Al igual que el año anterior se formaron cuatro secciones. La primera de ellas tenía por misión la triangulación de la parte occidental del Paralelo de Palencia. Emplearon dos meses en intentar atravesar la meseta central de Castilla hasta que finalmente pudieron salvar la dificultad, construyendo observatorios y señales de 50 pies de altura, a pesar de que un gran incendio en la meseta les obligó a resguardarse en Palencia. Tras su extinción, las labores continuaron sin descanso hasta alcanzar el meridiano de Salamanca, donde enlazaron con los trabajos de la tercera sección, encargada de realizar la triangulación del mismo. El 18 de julio empezaron los reconocimientos para esta unión, la cual, según los expedicionarios, ofreció muchas dificultades. El mal estado en que, a consecuencia de anteriores fatigas, se hallaban los hombres y las caballerías, les obligó a descansar en León «mientras pasaba la fuerza de la

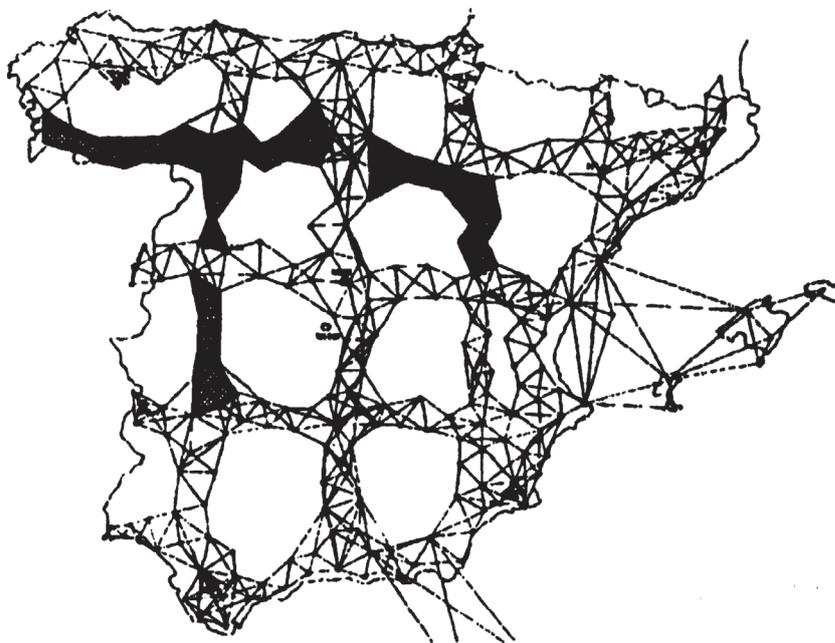


FIGURA 4.—*La tercera campaña*

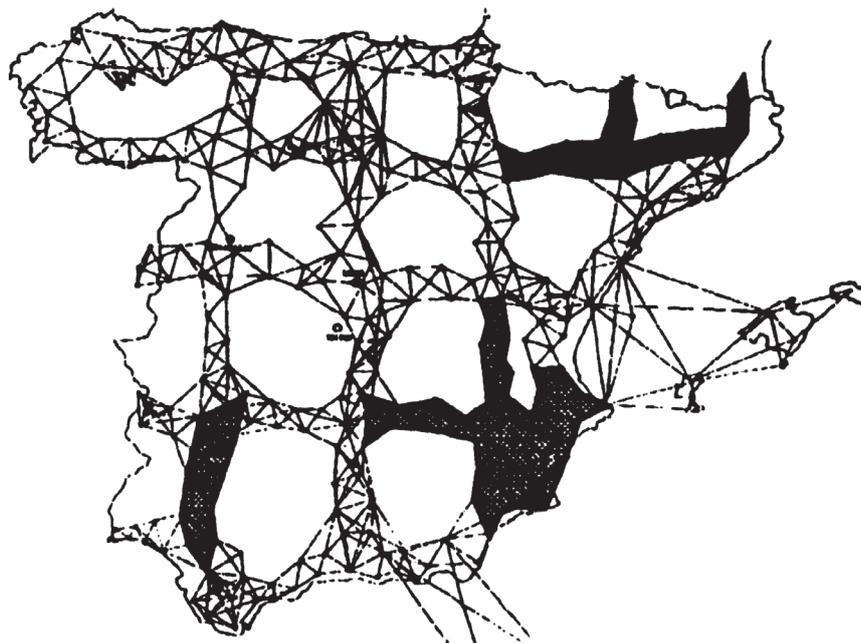


FIGURA 5.—*La cuarta campaña*

canícula». Seis hombres, entre auxiliares y ordenanzas, enfermaron y tuvieron que ser hospitalizados. El 24 de agosto se reemprendía nuevamente la campaña con graves dificultades, debidas a la difícil orografía del terreno, las lluvias y las recaídas de los enfermos (fig. 5). El 15 de septiembre fue necesario relevar a la escolta de caballería, porque «su mal estado no les permitía continuar», atacados por terciarias los hombres, y las caballerías totalmente exhaustas. Cuando el tiempo mejoró, los oficiales, acompañados por un solo asistente, y llevando como único equipaje el teodolito, consiguieron finalizar las operaciones. El día 6 de noviembre de 1856 comunicaban al presidente de la Junta sus resultados. En esta campaña la primera brigada había logrado proyectar una cadena de 19 triángulos (fig. 4). La segunda sección, mandada por los oficiales Lino Vea Murguía y Pedro Peñaredonda, comenzaba las operaciones el 16 de abril y las finalizaría el 5 de octubre. Partiendo del paralelo de Madrid, ascendió para proyectar la mitad norte del paralelo de Pamplona llegando hasta la frontera francesa. Sin mediar descanso, a través de Vitoria, marchó hacia Burgos desde donde continuó las labores de proyección del paralelo de Palencia hacia el este hasta enlazar con el meridiano de Pamplona. El

diario de operaciones de la tercera brigada ha desaparecido. No obstante, en *Memorias...*⁴⁹ está escrito que el meridiano de Salamanca empezó a proyectarse en 1856, y ésta es la única brigada que pudo hacerlo en dicho año. La cuarta brigada dedicó sus esfuerzos a la construcción de las señales permanentes de los extremos de la base de Madrideojos. Realizó diversas catas y análisis del terreno, que resultó ser arcilloso pero impregnado de salitre. La presencia del agente destructor de las obras obligó a realizar modificaciones. La extracción, traslado, labrado de las piedras sillares —realizado en Aranjuez— y la posterior colocación en la base, los mantuvo ocupados hasta finales de noviembre.

1857: la cuarta campaña.—Por fin, durante el año 1857 la primera sección prolongó el paralelo de Palencia en su parte oriental. Inició sus labores el día 29 de abril y las finalizó el 7 de noviembre. Bajo el mando de Fernando Monet prolongó la Cadena del paralelo de Palencia hasta el mar y enlazó, de este modo, con la cadena de Méchain. Además unió el meridiano de Lérida con la triangulación francesa de los Pirineos. La segunda sección proyectó el meridiano de Pamplona en su mitad sur. Empleó en este trabajo cuatro meses —desde el 1 de mayo hasta el 6 de septiembre— bajo las órdenes de Lino Vea Murguía y Francisco Peñarredonda. La tercera sección proyectó parte del meridiano de Salamanca (desde el vértice *Oliva* hasta el de *Regatero*). Empleó en llevar a cabo los trabajos los más de cinco meses que van del 1 de mayo al 11 de octubre. La cuarta sección continuó el diseño del paralelo de Badajoz hasta la costa oriental para alcanzar los picos medidos por Biot. Ascendió por la costa revisando la cadena hasta Valencia y descendió por el sur hasta Cartagena (fig. 6). Concluía con ello el diseño de las grandes líneas de la red fundamental del mapa geodésico de España. Los cuatro años de duras operaciones permitieron a los comisionados establecer la base central de la triangulación y el 70% de los vértices de la triangulación fundamental. Faltó la cadena de Costa Sur, la parte septentrional de la Cadena de Costa Este, la oeste de la Cadena de Costa Norte, y la parte occidental del paralelo de Badajoz.

⁴⁹ RED (1875), *op. cit.*, p. 3.

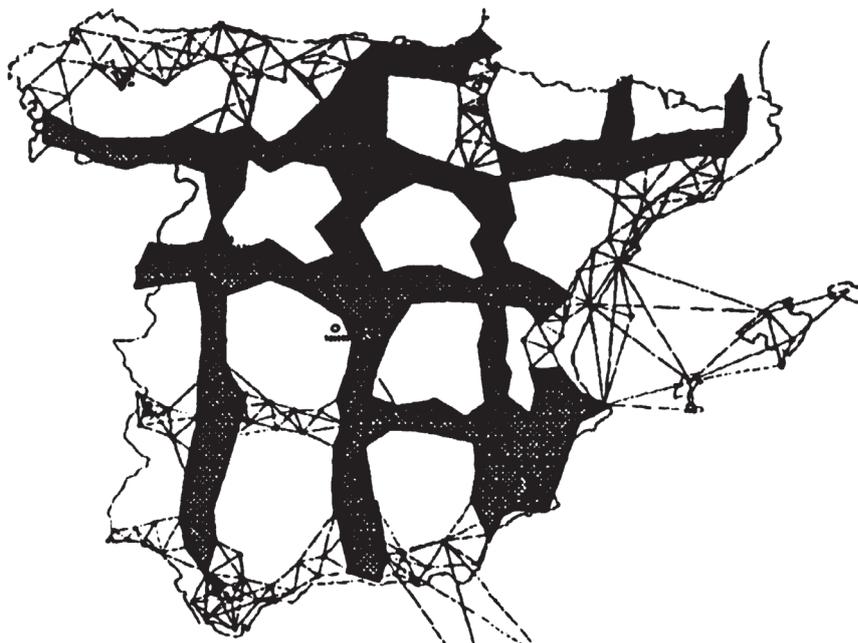


FIGURA 6.—*Las cuatro campañas*

Epílogo

Las expectativas científicas del programa de Odriozola y Terrero quedaron, con el tiempo, ampliamente superadas por los resultados de las operaciones. Por fin, el mapa geodésico de España comenzaba a convertirse en realidad. La esforzada labor de aquellos a quienes hemos visto diseñar las cadenas y establecer las estaciones de la red fundamental, preparó el camino a los que, a partir del año siguiente, concluirán la medición definitiva. Pero hasta el año 1858 nada hacía prever el impacto internacional que la geodesia española iba a alcanzar. Este éxito fue, en gran medida, obra de los mismos hombres que hemos visto proyectar la red fundamental y, sobre todo, del saber científico de Carlos Ibáñez así como de su perspicacia que lo hizo incombustible a todo cambio político. La medición de la base de Madrideojos, la más perfecta realizada hasta el momento, sería la mejor carta de presentación de la geodesia española. Los trabajos geodésicos y astronómicos, y la colaboración con los geodestas franceses en la extensión del meridiano de París hasta los montes del Atlas, en Argelia, significarían el definitivo reconocimiento de los geodestas españoles, con Ibáñez de Ibero a la cabeza, por la comunidad científica internacional.

RESUMEN.—*El proyecto del Mapa de España: Los primeros trabajos (1853-1857).* En el año 1853 se daban los primeros pasos para elaborar una Carta de España de precisión, siguiendo las directrices de la Alta Geodesia. Con el tiempo, los trabajos llevados a cabo llegarían a ser considerados modélicos por los especialistas de la época. El presente trabajo pretende dar a conocer diversos aspectos relacionados con el origen del proyecto. Pretende, además, relatar las actividades geodésicas desplegadas durante los cinco cruciales años que median entre el inicio oficial de la empresa y la medición de Madrideojos, la base central de la triangulación. Dichas actividades se centraron en la proyección de la base central y la red fundamental.

PALABRAS CLAVE: Historia de la Ciencia. Siglo XIX. Geodesia. Mapa de España. Base. Red geodésica fundamental.