

1

CIÈNCIA I TÈCNICA ALS PAÏSOS CATALANS: una aproximació biogràfica

Pròleg

Macià Alavedra i Moner
President de la Fundació Catalana per a la Recerca

Proemi

Emili Giralt i Raventós
President de l'Institut d'Estudis Catalans



FUNDACIÓ
CATALANA
PER A LA
RECERCA

Barcelona, 1995

CARLES IBÁÑEZ I IBÁÑEZ DE IBERO

Barcelona, 1825

Niça, 1891

Geodèsia i metrologia

per Joaquim Castro Soler i José Ignacio Muro Morales



CIÈNCIA I TÈCNICA ALS PAÏSOS CATALANS:
UNA APROXIMACIÓ BIOGRÀFICA

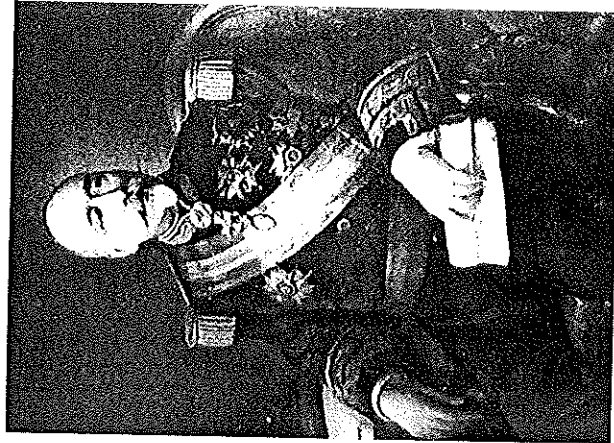
CARLES IBÁÑEZ i IBÁÑEZ DE IBERO Barcelona, 1825 – Nissa, 1891

Paraules clau: astronomia, cadastre, cartografia, comissió del mapa d'Espanya, enginyeria militar, estadística, geodèsia, geografia, institucionalització científica, instruments de precisió, mesurament del territori, metrologia, topografia.

La biografia científica de Carles Ibáñez va estar marcada per la seva doble condició d'enginyer militar i de geodesista prestigios. Per la primera va poder integrar-se als treballs del Mapa d'Espanya, i per la segona aconseguí participar i dirigir institucions de transcendència científica internacional, com ara els treballs metrollògics i la Geodèsia europea. Hem dividit les seves aportacions en tres grans apartats, que gairebé coincideixen amb la trajectòria vital d'Ibáñez. En primer lloc destaquem la seva formació com a enginyer militar i les col·laboracions d'aquest al procés de reforma acadèmica endegades a les escoles especials a la dècada dels anys quaranta. Aquesta curta etapa de la seva vida es va modificar radicalment l'any 1853 amb la incorporació d'Ibáñez als treballs del Mapa d'Espanya, inici de la segona part d'aquesta biografia. Les tasques encomanades a Ibáñez en el si d'aquest projecte científic, sobretot a l'estranger, van ser de gran importància per a la construcció definitiva de la xarxa geodèsica i per avançar en l'anomenada mesura del territori, projecte liberal vuitcentista de coneixement d'Espanya. Amb la construcció i les experiències dures a terme amb els dos aparells de precisió dissenyats per Ibáñez, aquest va tenir l'oportunitat d'establir relacions amb científics rellevants, que li van permetre abordar problemes geodèsics complexos, com ara els enllaços amb les Balears i amb Algèria, així com aplicar a Espanya els mètodes emprats per la construcció de xarxes geodèsiques i la seva definició topogràfica i cadastral. L'última part d'aquesta biografia aborda els resultats del reconeixement d'Ibáñez en els fòrums internacionals de Geodèsia, Metrologia, Geografia i Estadística, que li van permetre assolir influència i responsabilitats directives a l'organització científica espanyola, i que van iniciar-se l'any 1870 amb una llarga direcció de l'Institut Geogràfic i Estadístic. Aquesta institució va heretar molts dels objectius científics i dels recursos humans de la Comissió i la Junta General d'Estadística (1856-1870), i va abordar el coneixement geogràfic i estadístic d'Espanya amb resolució i amb grans dosis de realisme.

1. La formació d'un enginyer militar

Carles Ibàñez i Ibàñez de Ibero va néixer a Barcelona el 14 d'abril de 1825 i va morir a Niça (França) el 28 de gener de 1891. Era fill de Carmen Ibàñez de Ibero y González del Río i del tinent coronel Marín Ibàñez de Ibero y de Prado, que va destacar a la defensa de Saragossa durant la Guerra del Francès. Tots dos eren originaris de Miranda de Arga (Navarra). El nostre biografiat va ingressar a l'Exèrcit com a cadet el 19 de juliol de 1838 i fou destinat al Regiment d'Amèrica, on va estar-hi poc més d'un any, fins el seu ingrès a l'Acadèmia de Ingenieros del Ejército el 10 de setembre de 1839. La seva entrada a l'acadèmia, aleshores traslladada a l'antic edifici del Noviciat de la Companyia de Jesús a



L'any 1843 Carles Ibàñez va ingressar al cos d'enginyers militars. Com a enginyer militar va participar activament a diverses institucions científiques civils. El seu expedient personal conserva una gran quantitat de sol·licituds on demanava continuar al servei d'institucions civils sense renunciar a la seva condició i graus militars. Paradoxalment, es podria dir que Ibàñez va fer la carrera militar fora de l'exèrcit, donat que els ascensos i distincions més importants que va aconseguir van estar relacionats amb la seva obra científica i d'organització institucional. A la fotografia, Carles Ibàñez amb l'uniforme de general. [Font: Galeria de Catalans Il·lustres, Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona. Foto: J. Pareto]

Madrid amb motiu de la guerra carlina, va coincidir amb la renovació dels estudis científics i militars d'aquest centre, sota el pla anomenat de «García San Pedro» (1839). Després de l'etapa final de l'Antic Règim, va iniciar-se un període de renovació dels estudis de l'acadèmia i del mateix cos d'enginyers militars, endegades per l'Enginyer General Zarco del Valle (Muro, 1991a: 1408-1414). Les formes, tant en la seva vessant formativa com professional, van suposar l'actualització de l'*Ordenanza Especial de Ingenieros* (1803), complementades amb l'aprovació el mateix any 1839 del nou *Reglamento de Obras del* cos.

El pla de San Pedro volia reforçar la formació de l'enginyer militar en les ciències exactes i físiques, així com ampliar la vessant constructiva i el dibuix. Les noves programacions de l'Acadèmia, al llarg de quatre anys, es feien ressò d'un equilibri entre els estudis pròpiament teòrics amb una forta base matemàtica, i els pràctics, amb un nou curs de «grans pràctiques», al final del període acadèmic. Paral·lelament es van redactar nous textos relacionats amb la nova línia educativa i es van comissionar enginyers a l'estranger (Muro, 1993, vol. 1: 516-21). En aquest context Carles Ibàñez finalitza els seus estudis a Guadalupe l'any 1843, i ingressa en el cos d'enginyers, amb el número 9 de la seva promoció (Bosch y Arroyo, 1911: 277; De la Llave, 1953: 6). L'any 1845 fou nomenat ajudant del primer batall del Regiment Reial de Sapadors, Minadors i Pontoners de Guadalupe, i participà com a tal en l'aixecament contra Espartero, la qual cosa li valgué el grau de capità un any després (Paladini, 1991: 36). Amb el mateix regiment va participar dos anys després a l'avortament del moviment absolutista portuguès, sota el comandament de Gutiérrez de la Concha a la vall del Duero. En aquestes operacions Ibàñez va formar l'Itinerari de Porto a Tuy. Aquest tipus de document militar mostrava les posicions del terreny, produccions locals, recursos humans i totes les notícies d'interès per a una campanya militar. A més, i segons que indica el seu expedient, Ibàñez va ser encarregat d'aixecar el plànol del punt fronterer de Valença do Minho. Amb el grau de capità va dirigir la segona companyia de pontoners a Madrid fins l'any 1850. Aquesta, sota el comandament d'Ibàñez, va participar en la repressió dels moviments revolucionaris de la primavera del 48, raó per la qual va ser novament ascendit.

L'any 1850 Ibàñez va ocupar el destí de professor del curs de grans pràctiques, destinat als tinent sortits dels quatre anys d'acadèmia. Després d'una curta estada a Ceuta, el 5 de juliol de 1851 fou nomenat, junt amb el capità d'enginyers Manuel de Ibarreta, per assistir als exercicis de ponts (pontons) a les escoles militars d'Estrasburg (França) i Klosterneuburg (Àustria). A la seva tornada, a principi de 1852, Carles Ibàñez es va encarregar de la nova escola de pontons, establerta per la instrucció del Regiment de Pontoners. Per aquest va redactar, amb la col·laboració de Juan Modet, el *Manual del Pontonero*, publicat l'any 1853 i declarat text del centre. Pocs mesos més tard, Ibàñez finalitzaria els serveis propiament militars. Tot i que mai no va perdre la condició d'enginyer militar, tots els ascensos posteriors fins arribar a general foren causats per la seva tasca científica.

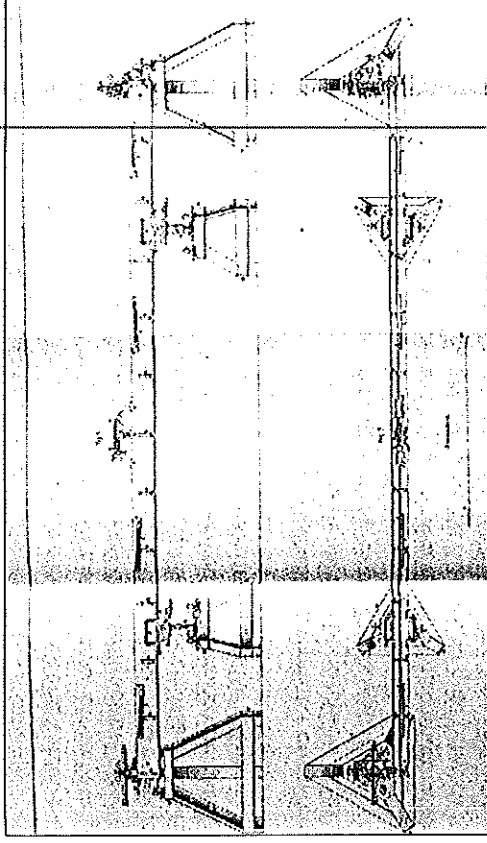
2. La primera comissió en el projecte del Mapa d'Espanya

A mitjan segle XIX, els països europeus més desenvolupats cercaven sistemes per renovar i unificar els seus mapes nacionals. A Espanya, però, durant la primera meitat de segle s'havien dut a terme diverses iniciatives infructuoses per

tal d'aixecar una carta geomètrica de precisió. El primer pas per remeiar-ho fou el Reial Decret de gener de 1853, pel qual el govern d'Isabel II encarregava oficialment al comte de Mirasol, ministre de Foment, el projecte de la Carta d'Espanya. La voluntat política del govern i l'acció paral·lela de l'Acadèmia de Ciències de Madrid com a impulsora de la idea no foren, en principi, suficients perquè el projecte progressés (Castro; Ten, 1993). Les temptatives d'acadèmics com Joaquín Ezquerro del Bayo, tingueren com a majors fruits la creació de l'anomenada Junta Directiva del Mapa de España, integrada en bona part per membres de l'esmentada institució, i l'elaboració d'una memòria sobre la manera de dur a terme les operacions geodèsiques, redactada per Antonio Terrero i José Odrizola, integrants tots dos de la mencionada Junta. El pla proposat per Odrizola i Terrero marcà les directrius de l'empresa, tot i que, amb el temps, el projecte sofriria successives modificacions que el farien cada vegada més ambiciós (Castro, 1991b). No obstant, el projecte restà pràcticament paral·litzat fins al 14 d'octubre de 1853, data en la qual un nou Reial Decret encomanava al ministeri de la Guerra els destins de la Carta. D'aquesta manera, en pocs mesos, es van poder iniciar les operacions, sota la direcció del enginyer militar Fernando García San Pedro, per absència del titular Manuel Monteverde. El 27 d'octubre, García San Pedro remeté a Anselmo Blaser, ministre de la Guerra en aquells moments, un pla d'actuacions per iniciar els treballs al més aviat possible (Castro, 1991a), en el qual sol·licitava vuit oficials dels cossos facultatius (enginyers militars, artilleria i estat major). Amb data 9 de novembre es nomenava els vuit integrants de l'anomenada Comissió del Mapa, òrgan executiu de les operacions. Un d'ells era Carles Ibáñez. La seva primera tasca com a comissionat en el que seria una de les empreses científiques més importants del segle XIX, fou la realització, amb la col·laboració de Frutos Saavedra, d'un estudi sobre els instruments utilitzats en els diversos països en la mesura de les seves respectives bases. Aquests oficials van proposar no un aparell nou, com a la fi va ocórrer, sinó el que consideraren més adequat (Ibáñez i Saavedra, 1859). El resultat del projecte fou un instrument, anomenat modernament *Regla española*, que representà en la seva època un autèntic paradigma de precisió, i que, fins i tot, encara avui sorprèn per la qualitat dels seus resultats.

Fins a mitjan segle XIX, l'operació de mesura d'una base consistia, essencialment, a col·locar successivament diversos regles de longitud perfectament determinada, al llarg d'una alineació traçada prèviament sobre el terreny. Regles famosos van ser els aparells de Roy, Tenner, Colby, Struve, o els regles de Bessel i Borda. La creixent sofisticació en els sistemes de suport dels regles, en l'anivellament, en les alineacions, en l'estudi de les dilatacions, i l'ús de microscopis per fer les lectures en els regles, permeté augmentar progressivament la qualitat de les mesures. Al començament de la dècada dels cinquanta, l'enginyer militar piemontès Ignació Porro dissenyava un instrument que va revolucionar el

món de la construcció de regles geodèsiques: la novetat consistia a emprar un sol regle i quatre o cinc microscopis situats successivament damunt suports en la direcció de la base. Les majors virtuts de l'instrument eren la seva relativa comoditat d'ús, fàcil transport i, especialment, la seva precisió, aspectes que portaren a Ibáñez i Saavedra a decidir-se per ell, a realitzar millores sensibles en el disseny de la col·locació dels microscopis i els suports del regle.



Una de les tasques imprescindibles per dur a terme els treballs geodèsics i topogràfics va ser l'adquisició d'instruments moderns. La primera tasca de Carles Ibáñez com a membre de la Comissió del Mapa d'Espanya va ser l'estudi dels diferents instruments utilitzats a diversos països per mesurar les seves respectives bases geodèsiques. El procés de disseny i construcció de l'aparell es va allargar uns tres anys, com a Regla Española, que resultà un autèntic paradigma de precisió i que fou utilitzat per obtenir la mesura de la base de Madridejos, inici de la xarxa geodèsica definitiva espanyola. Posteriorment, l'any 1864, i davant la necessitat de mesurar altres bases, Carles Ibáñez dissenyà un nou instrument —Aparato de Ibáñez—, més fàcil de transportar i de moure, guanyant en mobilitat i comoditat sense perdre exactitud.

L'1 de març de 1854, el govern disposava que Ibáñez es traslladés a París per dirigir la construcció de l'aparell. El viatge havia de tenir, a més a més, altres objectius: aprendre les noves tècniques de mesura de bases i de realització de triangulacions, la compra d'instruments per a les operacions geodèsiques, i de tota mena de literatura especialitzada sobre el tema, mapes inclosos. També havien de visitar Munic per tal d'estudiar el mapa geogràfic de Baviera «*uno de los que con mayor inteligencia y más esmero se han hecho en Europa en este siglo*», i a Viena per comprovar personalment l'organització de les dependències de gravat i estampació de l'Institut Geogràfic austriac. Ibáñez arribà el 31 de març a París, i deu dies després

hi arribaria l'enginyer Ramón Soriano, segon comissionat en aquest viatge. La primera tasca d'ambdós fou la recerca d'un constructor de l'instrument. Visitaren els tallers de Lerebours, Froment, Porro i Gambey, tot i que, per diferents raons, serien descartats. Finalment, es posaren en contacte amb J. Brunner, constructor de l'Observatori Imperial i membre del Bureau de Longitudes, que els havia donat un temps d'execució de tres mesos, el més curt de totes les propostes. Els fets posteriors demostraren fins a quin punt estava equivocat: els tres mesos promesos es varen convertir en altres tants anys.

Després de l'encàrrec a Brunner, García San Pedro ordenà a Ibáñez trasladar-se a Munic per realitzar una urgent compra d'instruments. Els treballs geodèsics s'havien iniciat en el mes de març de 1854 i les dues úniques brigades geodèsiques que existien fins llavors comptaven amb un instrumental escàs i deficient. La primera meitat del segle XIX va veure florir empreses especialitzades destinades a fournir les necessitats d'instrumental d'aquest tipus. Assessorats per Antonio Aguilar, director de l'Observatori Astronòmic de Madrid, la Junta compraria instruments a Ertel, Repsold i altres.

Ibáñez arribà a Munic a primers de juny i realitzà un primer encàrrec de teodolits, nivells d'ullera i diversos instruments de menor importància. Aprofità el seu viatge per visitar el Dipòsit Hidrogràfic, on examinà els instruments que posseïa la institució. Finalitzats els encàrrecs, Ibáñez tornà a París, per tornar de nou a Munic a la fi d'agost a recollir un primer lliurament d'instruments. Mentrestant, a París, s'hi iniciava la difícil construcció de l'aparell, la qual provocà forts enfrontaments entre el constructor i la Junta, fins a tal punt que, fins i tot, es pensà a abandonar-la. Els comissionats sovint es trobaren enmig de les disputes, no sense pre al costat de la Junta. La Junta, davant del retard en la construcció, demanà consell al coronel Coraboeuf, un dels artífexs de la triangulació francesa, el qual proposà una sèrie de simplificacions, la més important de les quals fou la supressió dels coixinets de suport del regle. L'opinió d'Ibáñez, però, era contrària a aquestes simplificacions. Finalment, foren les opinions d'Ertel i d'Hossard les que decidiren la Junta a continuar el projecte proposat per Ibáñez. Segons que relata el mateix Ibáñez, Hossard li havia dit que «els espanyols tindrem el millor de tot el que s'ha emprat; i que essent el mesurament de molt interès, tractaria d'assistir-hi quan es verifiqui» (Castro, 1990). Però, amb data 1 de gener de 1855, Ibáñez rebria l'ordre de suspendre la construcció de l'instrument i tornar a Espanya. Abans hi envià un detallat informe, en el qual es llegeix: «*el instrumento está casi acabado*».

El setembre, Ibáñez, acompanyat per Saavedra, torna a París. En els seus primers dies d'estada, ambdós es dedicaren a preparar les futures operacions de calibració del regle. Visitaren, en el Dipòsit de la Guerra francesa, el lloc en el qual Hossard havia dut a terme les experiències per conèixer la dilatació del regle emprat en la triangulació francesa. Es varen entrevistar amb H. V. Regnault, un

dels millors especialistes de l'època en qüestions de dilatació i canvis d'estat dels cossos, i amb Hossard, que els facilità la descripció de les experiències fetes per una comissió nomenada pel govern belga per calibrar els regles de Bessel utilitzats en la mesura de les seves bases. Així mateix els foren facilitats els treballs geodèsics relatius a la cadena dels Pirineus realitzats per Biot i Aragó, així com la triangulació anomenada d'estat major, que podien ésser de gran utilitat per a l'enllaç de les triangulacions francesa i espanyola. També aconseguiren documentació complementària, com ara un plànol topogràfic del terreny de la base geodèsica de Gourbera, material sobre la prolongació en terres espanyoles de la cadena del meridià de París, i tot un conjunt de materials relacionats amb els treballs topogràfics i de gravat de mapes: les minuts i els fulls gravats de la carta de França i dos projectes en escales diferents (1:80.000 i 1:100.000) sobre la manera d'aplicar al mapa d'Espanya el sistema de projecció per fulls separats realitzats per Hossard, aleshores cap de la secció topogràfica del Depòt de la Guerre francesa. El comissionat lemanaren autorització a través de l'ambaixada espanyola per visitar l'Observatori Astronòmic de París, on es trobava el regle de Borda, i verificar les experiències de comparació amb ell. Tant el seu director, Le Verrier, com els astrònoms Villarceau i Goujon, col·laborarien amb posterioritat en la comparació. El novembre de 1855 enviaven al marquès de Hijosa de Alava, llavors President de la Junta, el projecte d'experiències que havien d'executar-se amb els regles de l'aparell. Després de la seva aprovació per la Junta, es va procedir a preparar la seva execució, i es va disposar de tot allò necessari en un local contigu als tallers de Brunner. Però, de nou, problemes en la construcció en retardaren la finalització un any. Mentrestant, al mes de juny de 1856 la Comissió va encarregar a Ibáñez dues tasques: l'estudi de l'estat de la Geodèsia a Alemanya «*cuyos métodos de observación y cálculos son indudablemente superiores a los de los franceses*», i l'anàlisi dels treballs desenvolupats a Bèlgica. En el mes d'octubre començaven les comparacions amb el mòdul de Borda i les experiències de dilatació. Aquests treballs despertaren una certa expectació entre diversos geodesistes i científics francesos en general: a veure'ls assistí, per exemple, Regnault, el qual va participar en la comparació dels termòmetres de mercuri amb els quals es determinava la temperatura; Laugier, Villarceau, Hossard, Servier, Laussedat participaren en les sèries d'observacions; el físic Wertheim realitzà diverses experiències amb la finalitat de comprovar l'estabilitat dels microscopis del comparador (Ibáñez et al., 1859).

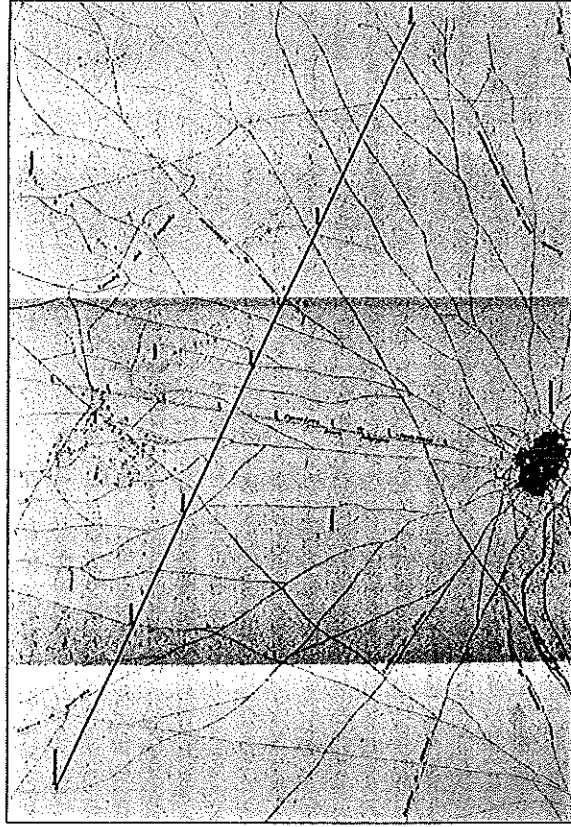
Finalment, després de quasi tres anys de construcció, el 8 de febrer de 1857, el regle sortia cap a Espanya. El govern espanyol, en prova d'agraïment, guardonà diversos membres estrangers que hi havien col·laborat.

3. El mesurament de Madridjejos

Entre els anys 1854 i 1857, mentre Ibáñez roman a París, la resta de comissionats realitzaren una duríssima tasca de reconeixement i projecció de les cadenes geodèsiques fonamentals i de la base central de la triangulació. Amb la mesura de la base central, emplaçada en les proximitats del poble toledà de Madridjejos, s'iniciaren les operacions geodèsiques definitives per formar la Carta d'Espanya. El mesurament va tenir lloc en el període 1858-59, sota la direcció d'Ibáñez, tot i que les operacions de preparació de la base es remunten a l'any 1854.

El mesurament resultà memorable, i compensà sobradament el retard produït per la dilatada construcció de l'aparell (Ibáñez et al., 1865). L'expectació generada entre la comunitat geodèsica internacional per la notícia de la construcció del regle provocà interès per presenciar el mesurament: el govern francès, per exemple, hi envià oficialment un comissionat com a observador.

BASE DE MADRIDJEJOS



La mesura definitiva de la Base de Madridjejos, a la província de Toledo, va donar lloc a l'aixecament i gravat del plànol topogràfic de les seves rodalies a escala 1:50 000, publicat l'any 1865 a una de les obres d'Ibáñez, Base central de la triangulación geodésica de España.

En tasques geodèsiques i topogràfiques, per a conèixer amb exactitud les distàncies entre els vèrtexs d'una xarxa, n'és una condició prèvia esbrinar la longitud d'algun dels costats de l'esmentada xarxa. En el cas de l'espanyola, la mesura directa d'un d'ells, d'uns 40 kilòmetres, resultava inviable, però aquesta dificultat podia resoldre's amb la mesura d'una base geodèsica, és a dir, d'un arc de línia geodèsica referit a la superfície dels mars. Parint de la *base mesurada*, mifjançant una triangulació amb costats progressivament creixents, s'havia de determinar la longitud del primer costat de la xarxa o *base calculada*. Però la longitud idònia d'una base no era, ni de bon tros, una qüestió resolta i, de fet, l'opinió de la comunitat geodèsica, en l'època de la mesura de Madridjejos, es trobava dividida: uns creien que era convenient triar-la petita, perquè en tardar poc temps en la seva mesura i exigint, per tant, menor quantitat d'observacions, era menys probable cometre errors. Al contrari, altres sostenien que l'error comès en una base petita podia ésser del mateix ordre que en una de gran, i que la unió amb la triangulació, necessàriament més complexa, podia augmentar tal error. De fet, les longituds de les bases oscil·laven entre poc més d'una milla, com la mesurada per Bessel a la Prússia Oriental, i els 19 km de la base d'Ensisheim (França), mesurats per Henry. El programa d'operacions dissenyat per Ibáñez per mesurar la base central de la triangulació espanyola contemplava la resolució d'aquest problema i, com veurem, els resultats obtinguts demostraren que utilitzant un bon instrumental no era necessari mesurar grans bases. De tota manera, després d'aquesta operació les posicions no variaren, i els geodesistes francesos, per exemple, continuaren mesurant grans bases. En l'època en què es va triar Madridjejos, els responsables eren partidaris de la segona opció, com pot comprovar-se en l'informe d'Antonio Terrero i José Odrizola de l'any 1853, i pel fet que la base de Noblejas, prop d'Ocaña, utilitzada amb anterioritat pels responsables del mapa geològic de la província de Madrid, havia estat rebuçada per la seva poca longitud i la impossibilitat de ser ampliada.

El traçat definitiu de la base sobre el terreny fou realitzat el novembre de 1857, completat amb l'elecció d'una sèrie de punts elevats pròxims a la base, destinats a realitzar-ne la mesura indirecta a partir d'una remesura de la secció central. Amb aquesta nova dada, i per mitjà d'una triangulació, pretenien obtenir aquest valor amb l'obtingut en la mesura directa. Si la diferència entre les dues dades resultava inapreciable, podia deduir-se que no era necessària la mesura de grans bases com la de Madridjejos, amb la qual cosa es podia estalviar temps i diners. En la direcció de l'operació, junt amb Carles Ibáñez, hi van intervenir Frutos Saavedra, Fernando Monet i Cesáreo Quiroga. La mesura directa es va realitzar durant els mesos de maig a octubre de 1858 i la triangulació destinada a obtenir el valor indirecte es realitzà l'any 1859, tot iniciant els treballs definitius de la xarxa geodèsica. Els càlculs posteriors proporcionaren un valor per a la base

mesurada directament de 14.662,8846 m. Comparant aquest valor amb l'obtingut mitjançant la triangulació, resultà una diferència de tan sols 4 mil·límetres. La mesura definitiva de la base de Madridéjos va donar lloc a l'aixecament del pla-nol topogràfic del terreny de la base, a escala 1:50.000, amb una representació topogràfica mitjançant corbes de nivell (Ibáñez et al., 1859).

La mesura de la base generarà una literatura relativament abundant, que si bé en altres àrees i en altres països no tindria res de particular, pel que fa a un fet geodèsic realitzat a Espanya durant el segle XIX, resultà veritablement inaudit. Si ens restringim a les ciències astronòmic-geodèsiques, sols l'eclipse de 1860, visible des d'Espanya, va tenir una ressonància comparable, causada pel descobriment de les protuberàncies solars mitjançant la fotografia. Les opinions elogioses del mesurament espanyol se succeïren; destaquem les de Le Verrier i les d'Hervé Faye, el qual va afirmar que «seguint els detalls d'aquesta memorable operació, es fàcil comprendre que no s'hagi repetit per complet...». «El punt al qual han arribat els oficials del Mapa d'Espanya és un *nec plus ultra*, del qual no és possible, ni en el meu concepte seria útil passar» (Faye, 1863). El mateix succeïx amb l'informe presentat pel general Morin a l'Acadèmia de Ciències de París, amb motiu de l'aparició de *Base Centrale de la Triangulation géodésique d'Espagne* (Triangulació, 1866). El gran èxit obtingut—en realitat fou el mesurament més precís de la història fent servir un regle—, féu que primer Carles Ibáñez, i després tota la Geodèsia espanyola, començassin a ser tinguts en compte entre la comunitat geodèsica internacional. Durant els anys següents a la mesura de la base de Madridéjos, aparegueren, tant a Espanya com a l'estranger, diversos escrits relatant les operacions. Finalitzada l'operació, l'instrument fou dipositat en els arxius de la Junta General d'Estadística, i a partir de llavors, utilitzat com a mòdul o patró fonamental.

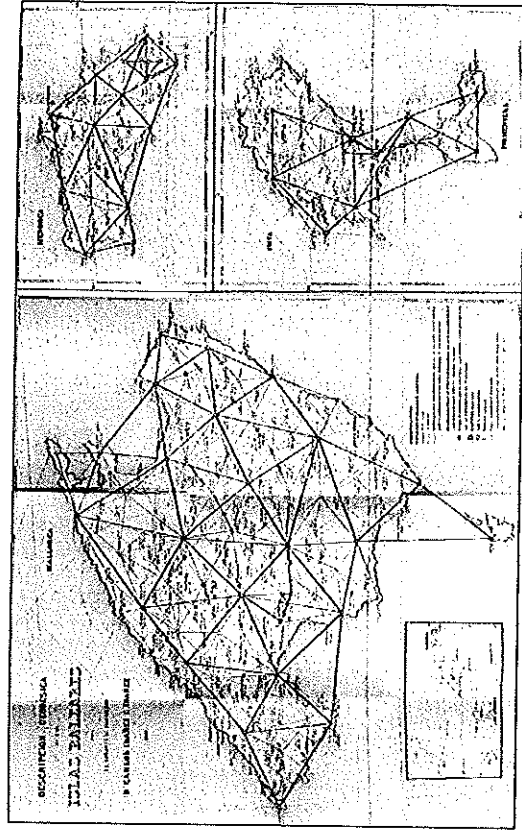
La mesura de Madridéjos suposà per a Brunner l'inici d'una sèrie d'encàrrecs d'aparells similars per a Egipte, Prússia, i, anys després, per a França. El Govern egipci acabava de començar les obres per a l'obertura de l'istme de Suez, i amb aquell motiu va haver d'organitzar una sèrie d'operacions geodèsiques. El regle egipci, encarregat el mateix any de la mesura de Madridéjos, era igual que l'espanyol (Effendy; Ibáñez, 1863). Després de la seva construcció fou realitzada a París la subsegüent calibració dels regles de l'instrument egipci, igual que havien fet Ibáñez i Saavedra. Però en lloc de compararlo després amb el patró elegit pels espanyols—el mòdul de Borda núm. 1—, operació que hauria estat més fàcil de realitzar, atès que l'instrument es trobava a l'Observatori de París, el tipus triat fou precisament el regle espanyol. A petició del govern egipci, el ministre de Negocis Estrangers de França realitzà les gestions amb el govern espanyol a fi d'obtenir l'autorització per comparar els dos instruments. L'autorització fou concedida per Leopoldo O'Donnell i transmesa a Saturnino Calderón, ministre d'Estat. L'astrònom Ismail Effendy es traslladà a Madrid, tot portant amb ell

l'aparell egipci i una carta de presentació de la Mission Egyptienne en France. Alejandro Oliván, vice-president de la Junta General d'Estadística, nomenà el llavors coronel Carles Ibáñez per fer la comparació, d'acord amb l'observador egipci. Les operacions varen iniciar-se el 13 de novembre de 1862, a l'Observatori Astronòmic de Madrid, i durant deu dies es van realitzar un total de 140 comparacions, el mateix nombre i utilitzant el mateix mètode que les dutes a terme amb el regle espanyol i el mòdul de Borda.

4. Ibáñez i el projecte de mesura del territori

Els desitjos polítics per veure completat el projecte cartogràfic i topogràfic van dur a la Junta del Mapa d'Espanya cap a la Comissió de Estadística General del Reino l'any 1860, tot integrant els treballs geodèsics dins l'anomenada mesura del territori. Quatre anys abans, el novembre de 1856, el govern moderat de Narváez organitzà la mencionada Comissió d'Estadística, institució civil dependent de la Presidència del Consell de Ministres, tot seguint els criteris assenyalats en el Congrés Internacional d'Estadística celebrat a Brussel·les l'any 1853, i en el qual Espanya va estar representada per Ramón de la Sagra (Ibáñez, 1877). Entre les competències de la institució estadística hi figuraven l'organització dels serveis cartogràfics i estadístics, fins aleshores dispersos en diferents àmbits de l'administració. Una de les seves seccions era l'encarregada de l'aixecament de la Carta Geogràfica d'Espanya. Fins l'any 1870, i sota el nom de Junta General d'Estadística, va estar constituïda per una barreja de personalitats de l'administració i notables en molts camps, «persones de reconeguda capacitat i adorns de coneixements especials», que van contribuir a organitzar una institució civil amb l'encàrrec de dotar l'Estat espanyol d'una àmplia i sistemàtica informació territorial (Nadal, Urteaga i Muro, 1994). Fins l'any 1860 els principals objectius d'aquesta institució van ser, per una banda, l'elaboració i organització d'estadístiques oficials, i per l'altra, l'aixecament d'un cadastre parcel·lari. Amb l'arribada dels liberals al poder, a mitjan 1858, es van produir canvis importants en la composició de la Comissió, i es van incorporar destacats geògrafs, enginyers, economistes i polítics, com F. Coello, P. Madoz, A. Pascual, L. Figuerola, que van aconseguir dinamitzar-la amb l'aprovació de la *Ley de Medición del Territorio* (5 de juny de 1859). Aquesta norma pretenia realitzar, sota la mateixa institució, treballs de caire geodèsic, cartogràfic, geològic, hidrològic, forestal, urbà, itinerari i parcel·lari. Ben aviat, l'octubre de 1858, es creava una subcomissió, presidida per l'enginyer de mines Francisco Luxan i formada pels militars Cetes·no del Piélago, Francisco Coello, i Antonio Terrero i l'enginyer forestal Agustín Pascual, per estudiar la forma d'integrar les brigades geodèsiques, dependents aleshores del ministeri de la Guerra, en la Comissió d'Estadística. No fou possible fins els últims mesos de l'any 1859.

Tot i que Ibáñez depenia del ministeri de la Guerra, aquest mateix any va acceptar diferents encàrrecs de la Comissió d'Estadística. L'octubre de 1859 la Comissió d'Estadística proposava que un oficial destinat a la formació del mapa d'Espanya anés a l'estranger per tal d'adquirir instruments i visités els establiments destinats a tasques semblants a les de la Comissió d'Estadística, informés dels avenços i adquirís llibres i notícies d'interès. A principi de desembre de 1859 Coello, junt amb Antonio Aguilar i Antonio Terrero, van fer els encàrrecs concrets a Ibáñez. Per Reial Ordre de 26 de desembre de 1859 Ibáñez va ser designat perquè fes estudis sobre les formes de realitzar un cadastre parcel·lari de la riquesa



Carles Ibáñez va tenir un paper destacat en el desenvolupament del projecte liberal de coneixement territorial. En termes generals, aquest ambiciós projecte pretenia l'estudi integral del país, des de la parcel·la fins la representació de la Carta Geogràfica a partir de mètodes geodèsics i astronòmics. L'any 1864, Carles Ibáñez fou encarregat de dirigir un dels districtes geodèsics-cadastrals, corresponent a les illes Balears i la regió valenciana. Aquest mateix any va iniciar els preparatius de l'enllaç de les illes amb la península. A la fotografia, els resultats de la triangulació geodèsica i cadastral a les diferents illes fins 1869, a un plànol publicat a l'obra d'Ibáñez *Descripción geodésica de las Islas Baleares* (1871).

rústica i urbana, i dels sistemes emprats per diversos països per la formació i publicació dels respectius mapes topogràfics. També li van ser demanats informes sobre els estudis hidrogràfics desenvolupats a la Llombardia, treballs cadastrals del Piemont i a Suïssa, i l'anàlisi dels avenços en la publicació i gravat dels mapes a París. El comissionat tornà el juliol de 1860, i presentà una extensa memòria a la Comissió el 3 de març de l'any següent. El 2 de juliol de 1861 és nomenat per Reial Ordre secretari de la secció geogràfica de la Junta General d'Estadística, sota les ordres del director d'operacions geodèsiques, Francisco Luxán. Des d'aquest càr-

rec, Ibáñez va ser l'encarregat de redactar les memòries i dictàmens de la secció que havien de ser aprovats pels membres de la Junta.

A principi dels anys seixanta els impulsors de l'ambiciós projecte de mesura del territori semblava que tenien molt clara la realització d'una sèrie de mapes especials, lligats a l'estudi dels recursos físics i humans del país (Nadal; Urteaga; Muro, 1994). Al contrari, encara no estava definit el producte resultant dels treballs geodèsics, i sobretot qui es faria càrrec de la part topogràfica del Mapa d'Espanya. La secció geogràfica de la Junta General d'Estadística resolgué el maig de 1863 que fos la Direcció d'Operacions Geodèsiques que dirigís els treballs relatius a la projecció del mapa, i que es possessin d'acord «*en su día*» aquesta direcció i la Direcció d'Operacions Topogràfico-Cadastrals respecte a l'escala en la qual convingués publicar aquest. Els estudis necessaris sobre l'anivellament geodèsic, la definició dels treballs topogràfics i el seu enllaç amb l'aixecament del cadastre, van tenir com a conseqüència que el 20 de juliol de 1864 la Junta General d'Estadística acordés l'establiment dels districtes geodèsico-cadastrals, que haurien de permetre una relació més fluida entre Geodèsia, Topografia i Cadastrament i aconseguir veure realitzada una de les utopies de la llei de mesura del territori: la unió de la Geodèsia amb la parcel·la. Aquests districtes s'organitzaven amb la intenció de formar el mapa topogràfic i cadastral d'Espanya, sense abandonar les tasques geodèsiques per una banda, ni la realització del cadastre per altra. Dels tres districtes projectats, només en van funcionar dos: el corresponent a les anomenades províncies Vascongades i Navarra, comandat per Luis Otero, oficial de l'estat major, i el format per les illes Balears i la regió valenciana, dirigit per Carles Ibáñez, que tenia com a objectiu genèric l'enllaç de la Península amb les Balears. Un altre objectiu va ser la realització de triangulacions locals a cadascuna de les illes, amb l'objectiu de situar punts geodèsics útils per a la topografia. Com ja hem avançat, per dur-los a terme Ibáñez es va desplaçar novament a París el mateix any 1864 amb la intenció de construir un nou aparell de mesurar bases i l'adquisició d'altres instruments.

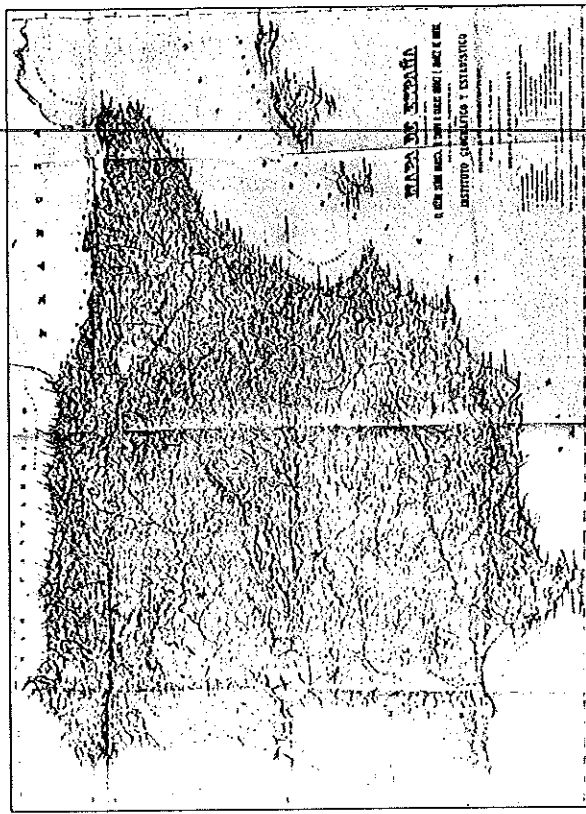
Els resultats científics podrien haver estat més eficients si al juliol de 1866 no s'hagues desmembrat el projecte de mesura del territori. La tornada al poder del moderat Narváez va significar el trencament i la defenestració del projecte cartogràfic dissenyat per Francisco Coello l'any 1858. Per Reial Decret de 21 d'agost, el Dipòsit de la Guerra, lligat al cos d'estat major, quedava encartegat del Mapa d'Espanya, i els districtes geodèsico-cadastrals van quedar dissolts oficialment. Des d'aleshores i fins a l'organització de l'Institut Geogràfic, la Junta d'Estadística va encarregar-se de la cartografia cadastral i de tasques pròpiament estadístiques. Amb tot, Ibáñez va continuar la tasca per a la qual fou nomenat cap del districte de les Balears, encara que com ell mateix indicà, ho va fer amb moltes dificultats, donada la dispersió del personal civil adscrit a la Junta d'Estadística (Ibáñez, 1871: X-XI). De les tres parts dels treballs a realitzar a les Balears, a les campanyes se-

güents i sota el comandament del Dipòsit de la Guerra, només fou possible a Ibàñez completar la segona, les triangulacions locals de primer, segon i tercer ordre de les Illes, amb els enllaços pertinents entre aquestes: aquestes operacions resten reflectides en el dibuix i gravat en pedra de set làmines corresponents a la *Descripción geodésica de las Islas Baleares* publicat quan ja era director de l'Institut Geogràfic l'any 1871.

5. L'aparell d'Ibàñez

La triangulació fonamental de la Península havia estat dissenyada de manera que constés de quatre cadenes orientades, respectivament, en la direcció dels meridians de Salamanca, Madrid, Pamplona i Lleida, de tres cadenes seguint els paral·lels de Palència, Madrid i Badajoz, i de tres cadenes al llarg de la costa, seguint els litorals nord, est i sud. La resolució d'aquesta xarxa descansava en sis bases: la central i cinc bases secundàries (Arcos de la Frontera, Olite, Lugo, Vic i Cartagena), unides a la triangulació general per mitjà de xarxes especials d'enllaç. Es mesuraren a més a més tres bases en les Illes Balears. Les vuit bases secundàries foren mesurades per Carles Ibàñez, amb l'ajut d'un equip integrat per auxiliars de Geodèsia de l'Institut Geogràfic i Estadístic, i amb el suport logístic d'un destacament d'infanteria. L'altíssima precisió obtinguda en la mesura de la base de Madridajos havia estat aconseguida gràcies a les magnífiques característiques de l'instrument emprat i al bon ús que n'havien fet els autors de la mesura. Però l'operació havia estat incòmoda i patia de greus inconvenients: l'instrument havia de manejar-se amb compte, la mesura era en extrem lenta i difícil, i requeria un nombre elevat de personal especialitzat, raons que obligaren a remesurar únicament un sol tram de la base (i raons per les quals no tornà a ésser utilitzat). La necessitat de mesurar noves bases va moure Carles Ibàñez a dissenyar un nou instrument, menys sofisticat, que permetria, a més, que els càlculs es fessin al camp, en els mateixos dies en els quals es realitzaren les respectives mesures. L'instrument fou construït l'any 1864 (Ibàñez, 1869; Ibàñez, 1871; Álvarez, Bellón de Arcos, 1889), i emprat per Ibàñez per primera vegada l'any següent, en la mesura de la base del Prat de Sant Jordi (les altres dues bases de les Balears les mesuraria en 1867 i 1870). L'aparell, bàsicament, estava compost per un regle format per dues planxes de ferro laminat, sòlidament unides en forma de T, proveït de quatre termòmetres de mercuri i un nivell. Es col·locava damunt uns suports mòbils, que al mateix temps descansaven en petits tripòdes. El sistema es completava amb quatre portamicroscopis recolzats també damunt tripòdes, i servien, alternativament, per fixar el punt al qual arribava la mesura i en el qual s'havia de prosseguir. L'aparell d'Ibàñez passà al llarg de la seva existència per diverses proves de calibració i comparació. El 1865 Carles Ibàñez rea-

litzava els primers assaigs de determinació del coeficient de dilatació lineal del regle, en els mateixos tallers dels germans Brunner a París. Un any després Ibàñez determinava per primera vegada la longitud del regle, en compararla amb el ja llavors tipus de plati, el *Regle Espanyol*, procedent de l'antic aparell de mesurar bases. L'any 1869, a petició del govern de la Gran Bretanya, el regle de ferro fou conduït a Southampton, on el llavors inent coronel d'enginyers A. R. Clarke el comparà per separat amb el tipus de Southampton i amb el metre oficial. L'objecte d'aquestes experiències era comparar les unitats geodèsiques de les diverses nacions europees per enllaçar correctament les triangulacions del continent amb les Illes Britàniques, iniciativa promoguda per Sir Henry James, direc-



Mapa de España formado por el Excmo. Señor Mariscal de Campo D. Carlos Ibáñez, con motivo de la división del territorio en zonas militares para situar las reservas y depósitos del ejército, escala 1:1.500.000, publicado l'any 1884 i reproduït el 1902, gravat per Pedro Peñas a la litografia de l'Institut Geogràfic i Estadístic. És un document cartogràfic d'una gran riquesa descriptiva que va formar part de la *Reseña Geográfica y Estadística de España*, obra coordinada per Ibàñez i publicada amb motiu de l'Exposició Universal de Barcelona de l'any 1888.

tor dels treballs geodèsics anglesos. Foren invitades a aquesta comparació Rússia, Prússia, Bèlgica, Àustria, els Estats Units i Espanya. L'any 1874, fou comparat per Ibàñez per segona vegada amb el Regle espanyol. L'any 1882 fou portada a terme una nova determinació del coeficient de dilatació lineal del regle (Trabajos, 1883), sota la direcció de Carles Ibàñez, per Priamo Cebrían i Antonio Bellón, en

els locals de l'Institut Geogràfic i Estadístic, emprant un sofisticat sistema d'aïllament tèrmic del regle. L'operació estava prevista per a la primavera de 1880, però el Govern suís demanà a l'espanyol la seva col·laboració en la mesura de la base d'Aarberg, situada en les proximitats de Berna. A la fi d'aquest estiu, Ibáñez es traslladà urgentment a Suïssa, per tal de projectar sobre el mateix terreny la base i l'enllaç amb la xarxa geodèsica d'aquest país. Poc temps després, Ibáñez tornava apressadament a Suïssa, acompanyat pel seu equip d'especialistes i el regle, i amb ell mesuraren la base suïssa. L'operació suposà un altre èxit per a Ibáñez. Ensinistrats a Espanya, els geodesistes suïssos mesuraren amb l'aparell d'Ibáñez dues bases més. L'error probable d'aquestes mesures fou més petit que 1/3.000.000 de la base. El darrer valor del coeficient de dilatació del regle fou obtingut en l'Oficina de Stèvres, a final de l'any 1885. La raó d'aquesta nova determinació estigué relacionada amb les activitats de la Comissió Internacional de Pesos i Mesures, institució creada el 1875, i presidida per Carles Ibáñez i, com més endavant veurem, organitzada amb la finalitat d'establir uns nous tipus internacionals que substituïssin els patrons creats en 1798, dipositats en els Archíves de France.

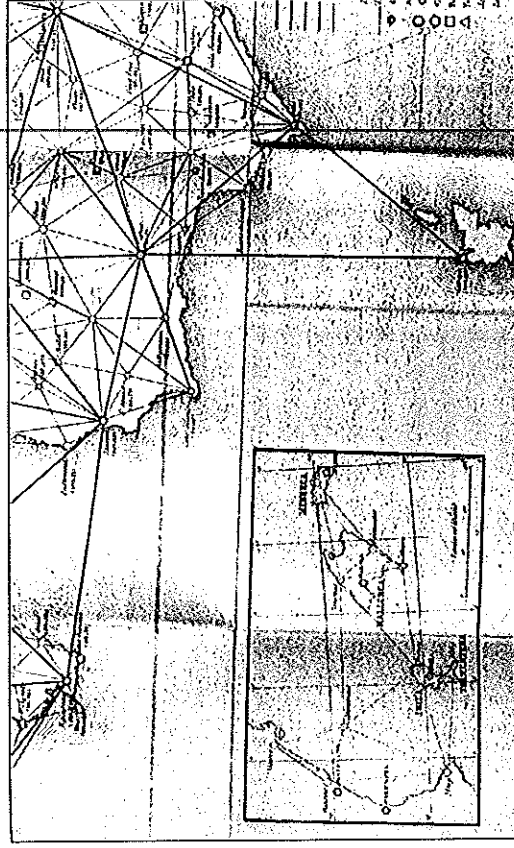
6. L'enllaç amb les Balears

A l'octubre de 1864, Ibáñez havia presentat les línies generals dels treballs d'enllaç geodèsic de les Illes amb el continent; la primera va ser la remesura del tram de la cadena del Meridià de París, situat en terres espanyoles, que arribava fins a Formentera (Ten; Castro, 1991). Aquestes operacions estenien, a més, cap a l'est la cadena del Paral·lel de Madrid fins a l'illa de Menorca, i enllaçaven geodèsicament les Illes amb la Península. Malgrat que l'enllaç constava de pocs triangles, les grans distàncies que s'havien de salvar havien desesperat ja a principi de segle els geodesistes francesos Méchain, Biot i Aragó, primers arífexs de l'enllaç. L'1 d'agost de 1865, Ibáñez presentava el primer projecte d'enllaç, que partia del costat Montsià-Desert de les Palmes, pertanyent a la cadena de costa Est, i des d'allí anava al major dels illots dels Columbrets, per tornar de nou a la costa, al vèrtex Montgó. Després llançar-se des d'aquests dos darrers vèrtexs a Eivissa i Formentera per una part, valent-se dels vèrtexs Fornàs i la Mola, i per l'altra, cap a Mallorca en els vèrtexs Torrellas i Sant Salvador els quals, enllaçats a la vegada amb l'illa de Cabrera, formaven el darrer triangle de la cadena amb el vèrtex Toro, situat en el centre de Menorca. Amb el recurs ordinari disponibles per a les observacions geodèsiques, constituïa un gran avantatge l'existència d'un vèrtex entre el continent i les Illes, que la gran distància que hi havia entre ells, com havien comprovat Aragó i Biot, era massa gran per ser salvada mitjançant un sol triangle. Existia, nogensmenys, una dificultat: el vèrtex dels Columbrets es troba-

va sols a 68 metres sobre el nivell del mar, i les constants boires normalment impedien l'observació dels vèrtexs situats en les Illes. A Eivissa, Ibáñez substituï el vèrtex Campvell —riat per Biot i Aragó—, pel de Fornàs, que permetia millors observacions cap el est, i per tant, amb totes les illes, sense perdre l'avantatge d'aplegar l'extrem austral del meridià de París, situat a la Mola de Formentera. Aquest vèrtex fou trobat per Ibáñez ben conservat, gràcies al

«caràcter religiós que le dio, con grande ilustración y patriotismo, el Señor Obispo de Ibiza en 1808, cuando Aragó terminaba á mediados de Marzo sus observaciones» (Red, 1886).

El general prussià Johann J. Baeyer projectà el 1863 la mesura d'un extens arc de meridià entre les ciutats de Cristiania (Noruega) i Palerm, a Sicília, que abraçava 21° 48' d'amplitud. Sol·licità per a la seva realització el concurs de go-



L'enllaç de la península amb les illes Balears plantejà problemes difícils de superar, per les llargues distàncies que s'havien de salvar, així com per la utilització de senyals ocults. L'inici dels treballs geodèsics i cadastrals a les Balears va permetre plantejar la solució. Era la segona vegada en el segle que s'intentava, després de les operacions fetes pels científics francesos Aragó i Biot. A les ordres de Carles Ibáñez, les operacions van ser iniciades l'any 1865 i no foren acabades fins l'any 1884, sota la direcció de l'Institut Geogràfic i Estadístic. A la fotografia un detall d'aquest projecte a finals de 1860.

vern de països que travessava. Aquest fou l'inici de l'Associació Geodèsica Internacional per a la mesura de graus a l'Europa central. El govern prussià invità diversos països europeus perquè enviassin delegats a les reunions que havien de tenir lloc. Dos any més tard, amb motiu de la segona reunió, el govern espanyol

era invitat a participar a les sessions de l'Associació a Neuchâtel. Ibáñez hi acudí com a delegat i oferí la cooperació d'Espanya en els diferents treballs, i presentà al mateix temps les bases del projecte de remesuratge i prolongament del meridià de París. Assenyalem, breument, que amb posterioritat l'associació amplià els seus membres, i canvià el seu nom pel d'Associació Geodèsica Internacional per a la Mesura de la Terra, que fou presidida per Ibáñez des de la reunió de Dresden l'any 1874 fins a la seva mort. Acceptat l'ofertament de remesura del meridià de París, dos anys després s'iniciaven simultàniament les observacions al nord i al sud de la part espanyola, i el Govern francès ordenava poc després la remesura del tram inclòs en el seu territori. Tanmateix, les obligacions relacionades amb el comandament del districte geodèsic, i les operacions de mesurament de bases i triangulació realitzades per Ibáñez, li deixaren poc temps per emprendre el projecte de l'enllaç, de forma que fins al moment de la supressió sobrada del districte, no va poder més que preparar els vèrtexs per a les futures observacions, amb la consrucció de les estacions i els senyals. Les reiterades gestions que portà a terme Ibáñez per obtenir suport per realitzar el projecte feren que el ministeri de la Guerra donés el seu vist-i-plau, i el maig de 1867 eixí Ibáñez cap a les Illes, acompanyat per una colla d'auxiliars de Geodèsia. Fou durant aquesta campanya quan mesurà la base de Maó, i va poder, a més a més, fer estació en els vèrtexs Sant Salvador, Torrelles i Toro, per observar algunes direccions. En la campanya següent, a mitjan abril de 1868, partia de nou Ibáñez cap a les Balears, acompanyat del seu equip, per mesurar la base d'Eivissa, i realitzar les observacions angulars de les illes d'Eivissa i Formentera. Al mateix temps va poder fer les observacions definitives des del vèrtex Fornàs, de les direccions a Torrelles, Cabrera i la Mola; en el vèrtex de la Mola mesurà l'angle entre les direccions a Camp Vell i a Fornàs. Les pretensions d'Ibáñez de finalitzar personalment l'enllaç quedaren definitivament truncades en crear-se en 1870 l'Institut Geogràfic i ser nomenat director de la institució. El projecte va haver d'esperar fins al setembre de 1877, data en què partia de Madrid Vicente López Puigcerver, amb l'encàrrec d'Ibáñez de continuar l'enllaç. Després de la consecució de la unió geodèsica entre Espanya i Algèria, duta a terme l'any 1879, el mateix López Puigcerver, entre els anys 1881 i 1884, empraria senyals de llum elèctrica per aconseguir finalment un enllaç amb les garanties de precisió que exigia la Geodèsia de l'època.

7. La unió geodèsica d'Europa amb Àfrica

L'any 1879, la comunitat geodèsica internacional va poder celebrar, a la fi, la consecució de la unió geodèsica dels continents africà i europeu, seguint aproximadament el meridià de París. El goig dels geodesistes era comprensible, en vista de les tremendes dificultats que suposava observar senyals situats a cen-

tenars de quilòmetres, i en la unió Algèria-Espanya calgué salvar distàncies de fins a 270 km. Per aconseguir l'ansiat enllaç fou necessari que confluïssin en el temps certes condicions favorables, unes externes a la mateixa tasca científica, com el fet que dos països es possessin d'acord, i d'altres consubstancials amb ella, com ara poder disposar del personal especialitzat necessari i de noves tècniques d'observació (Ibáñez; Perrier, 1888). Qualificada —potser una mica exageradament— com «*l'opération la plus grandiose qui ait été exécutée en géodésie*» (Apell, 1925), el cert és que amb ella acabaven una sèrie de projectes realitzats al llarg del segle XIX, en els quals geodesistes anglesos, francesos i espanyols, després de realitzar les triangulacions dels seus països, s'apressaren a enllaçar-les amb les de les respectives nacions veïnes, i aconseguiren traçar així un arc de meridià de prop de 28°, el major mesurat fins aquells moments. Juntament amb la importància local que tindrien aquests treballs per a L'Europa Occidental, el gran arc Illes Shetland-Sàhara, que cobreix quasi un terç del quadrant terrestre, donaria noves llums sobre problemes primordials de l'alta Geodèsia, com ara esbrinar la veritable forma i dimensions de la Terra. L'enllaç fou un exemple de col·laboració científica internacional: per respecte mutu, cada nació s'ocupà, exclusivament i completament, de les operacions en el seu mateix territori. França aportà la major part del material, i s'encarregà de les tasques a la colònia d'Algèria. Per la seva part, els geodesistes espanyols realitzarien la part més arriscada i compromesa de l'operació, en els elevats cims de Mulhacén i la Tetica de Bacares. La ciència espanyola del segle XIX, certament va poder viure pocs moments comparables a aquest. No fou aquest un fet aïllat, ni fruit de la improvisació, perquè la Geodèsia espanyola es trobava exultant: el cèlebre mesuratge de Madridéjos feia ja més de vint anys que s'havia realitzat, la triangulació fonamental del país pràcticament es trobava acabada, s'havien fet càlculs geodèsico-astronòmics en diverses estacions, també operacions d'anivellament i, en suma, a través d'un organisme cana- litzador, l'Institut Geogràfic y Estadístico, mostrava un alt grau de maduresa, capaç de situar-la entre l'avantguarda mundial.

Com a màxims responsables de les operacions foren nomenats Carles Ibáñez i el comandant François Perrier. En 1879, Ibáñez posseïa una talla científica reconeguda internacionalment, i si bé no participà directament en els treballs de l'enllaç, l'èxit de l'operació, com així fou reconegut, es degué en gran part a la seva tasca preparatòria i organitzativa. Carles Ibáñez fou el màxim productor espanyol de literatura científica sobre Geodèsia del segle XIX (Castro, 1991b). L'aleshores comandant François Perrier és l'equivalent francès a Ibáñez: havia participat en la majoria de les operacions d'alta Geodèsia realitzades a França a partir de la dècada dels seixanta i, com Ibáñez, representava la màxima autoritat del seu país en labors geodèsiques (Darboux, 1903). Quan es reuniren les delegacions francesa i espanyola per dur a terme l'enllaç, feia ja més de seixanta anys que Biot i Aragó hi havien somniat. Ambdós eren conscients de la tremenda difi-

cultat que implicava l'enllaç: el mateix Aragó havia hagut d'esperar sis mesos per observar des del Desert de les Palmes els senyals provinents d'Evissa, situada a uns 160 km del seu observatori. En 1857, mort ja Aragó, Biot va recordar el desig de tots dos. Tingué ocasió de recordar-ho el dia que es llegia la comunicació de Friedrich Struve, en l'Acadèmia de Ciències de París, sobre el mesuratge del gran arc russo-escandinau. En 1858, quan el traçat de grans arcs era un assumpte de màxima actualitat per als geodesistes europeus, havia tingut lloc el primer canvi d'impressions entre Ibáñez i Laussedat sobre l'enllaç algerià-espanyol, quan Laussedat va venir a presenciar el mesurament de Madridjeos (Laussedat, 1872). En 1862, el coronel Levret, després d'estudiar diversos mapes espanyols i algerians, havia triat quatre punts que semblaven poder formar el quadrilàter d'unió entre Espanya i Algèria, tot i que Levret va reconèixer la necessitat de realitzar estudis directes sobre el mateix terreny. Aquests estudis foren realitzats per Perrier l'any 1868. Des de l'any 1859, els geodesistes francesos venien realitzant operacions a Algèria, destinades a estendre una xarxa geodèsica des de la frontera del Marroc fins a Tunísia, que abraçava 10° de paral·lel. Perrier havia estat informat pels habitants de la regió compresa entre Orà i el Marroc que en ocasions era possible veure les costes espanyoles. Ell mateix ho pogué verificar, i realitzà, a més, mesuraments angulars de diversos cims espanyols. Per tenir la seguretat que la unió era possible, havién de fer-se observacions simultànies entre la costa algeriana i l'espanyola. Un factor indispensable previ consistia en l'acord entre els governs espanyol i francès. Amb aquesta finalitat, Carles Ibáñez presentà un informe al Ministre de Foment, aleshores el conde de Toreno, sobre les possibilitats i les conseqüències «*horrorsas para nuestro país*», que aportaria l'enllaç.

Davant la impossibilitat que Ibáñez participés directament en l'operació, es va nomenar cap de la brigada espanyola, el coronel Joaquim Barraquer i Rovira. Sota el seu comandament estarien Vicente López Puigcerver, Juan Borrás, Príamo Cebrián i Clodoaldo Piñal. La delegació francesa estigué dirigida pel mateix François Perrier, auxiliat per Bassot, Derrien, Defforgues, Sever i Koszutski. Els treballs astronòmics, en la part espanyola, estigueren dirigits per Manuel Merino, astrònom primer de l'Observatori de Madrid, auxiliat per Antonio Esteban.

En els primers mesos de 1879 Ibáñez i Perrier triaren els instruments necessaris per realitzar l'enllaç. Decidiren, per exemple, que les observacions nocturnes donarien millors resultats, i de fet no es varen equivocar. De raons no els en mancaven: els informes de les observacions prèvies havien desaconsellat l'ús dels heliotropis. A la fi d'agost, es trobaven instal·lats finalment els instruments i els homes preparats a les quatre estacions.

Després d'un mes d'espera, a l'entrada d'octubre acabaven les operacions d'enllaç geodèsic, i les estacions de M'Sabiha i Tètica, que reunien les millors condicions, es transformaren en observatoris astronòmics. Bàsicament s'havien de realitzar dues operacions: la determinació de la diferència de longituds entre

M'Sabiha i Tètica, i el càlcul de les latituds i un azimut de les estacions, operacions dutes a terme entre els dies 18 d'octubre i l'11 de novembre (Ibáñez i Merino, 1880). Poc més d'un mes després de l'operació, s'obtenien els primers resultats provisionals, obra dels calculadors de l'Institut Geogràfic i Estadístic. Els valors obtinguts superaven en exactitud i precisió qualsevol previsió. Finalitzada l'operació, Ibáñez fou honorat amb el títol de marquès de Mulhacén, i Perrier ascendit a tinent coronel i anomenat membre de l'Acadèmia de Ciències de París. El marc d'aquest enllaç es pot veure al mapa de la xarxa geodèsica europea publicat l'any 1881 per l'Institut Geogràfic i Estadístic, per encàrrec de l'Associació Geodèsica Internacional, realitzat pel coronel italià Anibal Ferrero (Red, 1881).

8. L'organització de l'Institut Geogràfic i Estadístic

L'Institut Geogràfic neix el mes de setembre de 1870, formalment com una reforma del servei d'Estadística, i fruit d'una reorganització del ministeri de Foment auspiciada per Fermín Caballero i Laureà Figuerola. El seu primer director va ser Carles Ibáñez, i ho va ser al llarg de 19 anys, fins l'estiu de l'any 1889, tot mantenint la seva condició d'enginyer militar. Aquesta institució civil va tenir com a precedents directes la Junta Directiva del Mapa d'Espanya i la Comissió i Junta General d'Estadística. El mateix Ibáñez va reconèixer que la idea d'organitzar aquesta entitat va sorgir amb l'organització dels ja esmentats districtes geodèsico-cadastrals (Ibáñez, 1871:V). El precedent més directe fou l'anomenada Direcció General d'Operacions Geogràfiques, organitzada l'any 1865 el si de la Junta General d'Estadística i dirigida per Francisco Coello. Un any després, el 31 de juliol de 1866, Narváez va reduir els pressupostos destinats a les tasques estadístiques i cartogràfiques, i per tant va dificultar el seu desenvolupament. A final d'agost de 1866 i amb una visió molt optimista, els responsables dels treballs geodèsics van afirmar que podien acabar-los en un termini de tres anys, «*dejando semlados los fundamentos del mapa topográfico*». De fet, la secció geogràfica de la Junta General d'Estadística va aprovar ja en el mes d'abril de 1866 el sistema de projecció, l'escala i la divisió en fulls per al gravat del mapa. El mes de març de 1867 el Dipòsit de la Guerra, institució que llavors acollia les tasques geodèsiques, concedeix permís a Ibáñez per assistir com a delegat espanyol a la Conferència de la Comissió Internacional de Pesos i Mesures, que havia de reunir-se a París amb motiu de l'Exposició Universal. Amb independència d'aquest important mandat, va ser comissionat per estudiar tot el que tingués relació amb el gravat i publicació del Mapa d'Espanya. L'any 1868 els responsables del Dipòsit de la Guerra anunciaven a la *Gaceta de Madrid* que prenién mesures per iniciar la publicació del mapa, tot adoptant les necessàries característiques uniformes d'aquest, quant a les seves dimensions, l'escala, l'adopció de la projecció ortogonal, sense

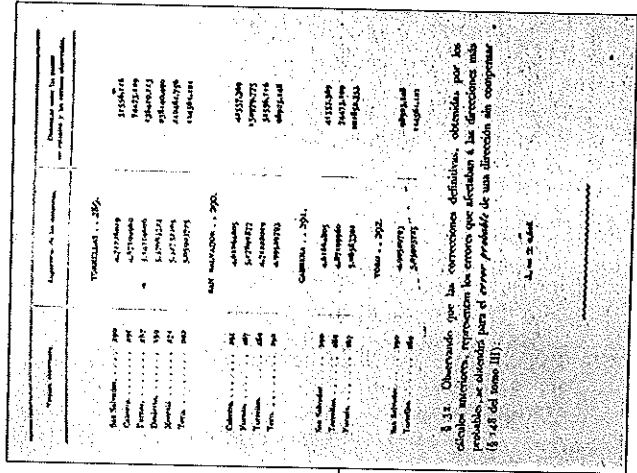
deformacions i considerant cadascun dels fulls com un element pla de l'esferoide terrestre.

Quan encara els treballs geodèsics depenien del Dipòsit de la Guerra, el mes de març de 1869, la Junta General d'Estadística va nomenar Ibáñez com a vocal d'aquesta. A partir d'aquest moment els objectius d'Ibáñez seran restablir una institució científica integrada en l'organigrama de l'administració, així com potenciar els contactes amb els geodesistes europeus. Com ja hem anunciat, aquest any Ibáñez va viatjar a Southampton amb l'aparell de mesurar bases, i a Suïssa, Rússia, Prússia, Àustria i Itàlia per contrastar parers amb els col·leges d'aquests països. L'abril de 1869 es va crear per iniciativa de la Junta General d'Estadística una comissió encarregada de proposar el meridià zero, a escollir entre els meridians de Madrid i San Fernando (Cádiz). Ibáñez va ser escollit vocal d'aquesta comissió, junt amb membres de l'Armada com Francisco Chacón, director del Dipòsit Hidrogràfic, Francisco de Paula Márquez, director de l'Observatori de la Marina de San Fernando; de l'Observatori Astronòmic, com Antonio Aguilar, i representants d'estaments diversos, com l'enginyer de camins José Morer, el diputat a Corts Eduardo Benot, i el Director General d'Estadística, José Emilio de Santos. A principi de desembre de 1869, Joan Prim, llavors president del Consell de Ministres i ministre de la Guerra, indicava al director de l'Estat Major, Félix M. de Messina, la conveniència que els treballs geogràfics d'Espanya es fessin sota la direcció d'un

únic centre. Aquest desig fou una realitat a partir del 4 de gener de 1870, quan el govern integrà els treballs geodèsics a la Direcció General d'Estadística, hereva de la consultiva Junta General d'Estadística.

Una vegada incorporades les brigades geodèsiques a la Direcció General d'Estadística, Ibáñez fou ascendint a l'escalafó de l'administració civil, apadrinat per Laureà Figuerola. El 7 de gener de 1870 és nomenat sots-director de Treballs Geodèsics de la Direcció General d'Estadística, i assumí tot el relacionat amb la Geodèsia i el Mapa d'Espanya, sota les ordres del Director General d'Estadística, l'enginyer forestal Francisco García Martiño. Com a sots-director fou nomenat el 17 de gener delegat permanent espanyol a l'Associació Geodèsica Internacional. El 26 d'abril de 1870 i recollint els treballs de la Comissió de Reorganització del ministeri de Foment, la Junta, Direcció General d'Estadística i les Oficines Provincials d'Estadística van passar a dependre d'aquest ministeri, dirigit per José Echegaray. El 28 del mateix mes, Ibáñez fou nomenat sots-director de la Direcció General d'Estadística, conservant la sots-direcció de Treballs Geodèsics i la seva consideració militar. En el mes de setembre de 1870 i a la tornada d'Ibáñez de la reunió de la Comissió Internacional del Metro, celebrada a París l'agost, es produeix una nova reforma del servei d'Estadística, i s'organitza l'Institut Geogràfic. Uns dies després del decret del 12 de setembre de 1870, Echegaray escrivia una nota al ministre de la Guerra, Joan Prim, en la qual demanava la condició de sots-pernumerari en el cos d'enginyers militars sense sou per a Ibáñez. En aquesta carta, el ministre de Foment reconeixia que el suport polític d'Ibáñez provenia del ministre d'Hisenda Laureà Figuerola, amb l'objectiu que la nova institució abandonés la realització del cadastre parcel·lari, a canvi que mesurés i comparés amb precisió topogràfica les superfícies declarades als padrons de finques, per posar fi al frau generalitzat en les declaracions i poder aconseguir en pocs mesos recursos per al tresor públic.

L'Institut Geogràfic va organitzar-se com un servei públic i científic, amb competències en els treballs anomenats geogràfics i en els metrollògics: Geodèsia, Topografia, Cadastre i Metrologia. La part estadística va ser assumida en un primer moment per la mateixa Direcció General d'Estadística, fins el decret republicà de 19 de juny de 1873, que organitzava l'Institut Geogràfic i Estadístic. Ibáñez com a director general comptava amb els geodesistes i auxiliars dels cosos militars, amb més de 300 topògrafs formats a les tasques cadastrals de la Junta General d'Estadística i amb un nombre significatiu d'enginyers civils dedicats a les tasques de publicació del mapa i els treballs metrollògics, així com els astrònoms de l'Observatori madrileny. També es van incorporar a l'Institut bona part dels delinents i gravadors que figuraven ja a l'escalafó de la Junta General d'Estadística, i des de l'any 1873 tenia el compromís polític d'organitzar un cos d'estadístics, monogràficament dedicats a la realització de censos i altres treballs estadístics (Muro, 1993).



Les Memòries del Instituto Geográfico y Estadístico presentaven els resultats dels diferents treballs geodèsics i astronòmics, amb interminables llistes numèriques, fruit de les tasques de mesuració de la xarxa geodèsica. L'objectiu final d'aquests càlculs era la determinació d'unes xarxes que sustentaren el Mapa Topogràfic d'Espanya. El primer full d'aquest important document cartogràfic va ser editat l'any 1875.

9. La Metrologia i les relacions internacionals

L'adopció d'un sistema únic de pesos i mesures amb subdivisions decimals a Europa fou proposada pels geodesistes representants a l'Associació Geodèsica Internacional, a la seva reunió a Berlín l'any 1867, a causa de la impossibilitat de connectar les diferents xarxes geodèsiques, mesurades i expressades cadascuna en funció de diferents unitats lineals (Ibáñez, 1871:844). A la mencionada cadascuna en la qual Ibáñez no va poder assistir—, els geodesistes adoptaren el sistema mètric —a donat que reunia majors possibilitats de ser acceptat. L'Acadèmia de Ciències de París, depositària del metre oficial, convocà en aquesta mateixa ciutat una Comissió Internacional del Metre, que es va reunir l'agost de 1870, amb la participació de 21 països i amb absències notables, donades les hostilitats franco-prusianes. De resultes de les dificultats esmentades, les reunions següents es van ajornar, i no es tornaren a realitzar fins a partir de l'any 1872. Aquest any, a la reunió convocada per la Comissió Internacional del Metre van assistir 27 representants nacionals. A l'hora d'escollir el president, els més votats van ser el director de l'Observatori berlinès, Foerster, i el delegat espanyol, Carles Ibáñez. Amb les reticències dels països centreuropeus i les suspicàcies franceses, que veien perillar el seu monopoli, el candidat més neutre per exercir el càrrec va ser Ibáñez. A la mateixa reunió es va decidir revisar l'estat de l'antic metre francès construït l'any 1798 i recomanar als geodesistes francesos la repetició de la mesura d'una de les antigues bases geodèsiques. La Comissió Internacional del Metre va escollir el platí pur amb un 10% d'iridi pur com a material de construcció dels prototipus internacionals i nacionals. Tot i els acords de mínims a que es van arribar, països com Alemanya, Rússia i Àustria no hi participaren i s'absingueren de fer comandes del tipus. Ibáñez, amb moltes dificultats, va aconseguir reunir l'any 1875 l'anomenada Conferència Diplomàtica del Metre, presidida per ell mateix. Com ja hem dit abans, d'aquesta conferència va sortir el Comitè Internacional de Pesos i Mesures i l'organització de l'Oficina Internacional de Pesos i Mesures de Sèvres. Finalment, 17 països europeus i americans van acceptar i firmar un conveni internacional de pesos i mesures amb la intenció d'assegurar la universalitat del sistema mètric a partir de la comparació amb el nou prototipus. El paper mediatador d'Ibáñez i el seu prestigi internacional li van valer presidir el Comitè Internacional de Pesos i Mesures fins a la seva mort.

Si important va ser el paper d'Ibáñez i altres geodesistes en l'establiment i consolidació del sistema mètric decimal als diferents països europeus i americans, no menys transcendent fou la institucionalització d'aquest a Espanya. Des de l'any 1870 l'Institut Geogràfic va assumir la realització dels estudis i treballs realitzats a Espanya per contribuir a la determinació del metre i el quilogram internacionals. A partir de l'any 1878 va assumir, a més, l'establiment del sistema mètric i decimal, i la presidència de la Comissió Permanent, que estava vacant des de la mort

d'Alejandro Oliván. Per tal de fer realitat l'obligatorietat del sistema mètric, l'Institut va facilitar als ajuntaments espanyols col·leccions de tipus per tal d'implantar-lo i, per difondre'l, va reeditar les equivalències entre els pesos i les mesures provincials i els legals del sistema mètric (Direcció, 1886).

10. La presentació de resultats: el Mapa Topogràfic d'Espanya, els treballs topogràfics i parcel·lari

La publicació del mapa topogràfic d'Espanya era per Ibáñez la culminació de les tasques geodèsiques i topogràfico-cadastrals precedents i un dels objectius preferents de l'Institut. Al llarg de l'any 1870 i la primera meitat de 1871 Ibáñez abordaria la publicació del mapa general del territori, i decidí finalment la seva escala (1:50.000), les mesures (fulls de 20 minuts de base en el sentit dels paral·lels per 10 minuts d'alçada en el sentit dels meridians), i la seva projecció (plana, sense cap sistema de projecció general). Cinc anys després es publicaven els dos primers fulls del *Mapa Topogràfic de España* gravat a la pedra a cinc colors. El nombre de mapes es va calcular entorn dels 1.080 fulls. Fins a la dimissió d'Ibáñez com a director de l'Institut s'en van publicar 69 fulls, amb una mitjana de 5 fulls per any, tot i que els últims quatre anys del seu mandat, de 1885 a 1889, es van editar 45 fulls. L'edició completa del Mapa no es completaria fins a l'any 1967. A la seva portada es donava compte de tots els esforços humans necessaris per a la publicació d'aquest document cartogràfic, amb la participació d'oficials de l'exèrcit, astrònoms, enginyers, topògrafs, auxiliars de Geodèsia i gravadors.

Els documents que servien de base al mapa topogràfic eren diversos: xarxes geodèsiques enllaçades amb les triangulacions topogràfiques a cada terme municipal, per tal de situar els aixecaments topogràfics, planimètrics i d'anivellament, efectuat en minuts a una escala més detallada (1:25.000). Aquesta escala es va considerar suficient per apreciar masses de cultius majors de 10 ha, amb corbes de nivell de 20 en 20 metres. El fet que el mapa topogràfic tingués una base municipal permetia usos administratius i fiscalitzadors evidents i que aviat es van posar de manifest. En realitat, el Mapa Topogràfic d'Espanya fou un document extremament ambiciós, comparable a la resta de mapes topogràfics nacionals d'altres països (Nadal; Urteaga, 1990:55-57 i 65-91). A l'Exposició Internacional de Ciències Geogràfiques celebrada a París l'estiu de 1875, Ibáñez, com a representant espanyol, va presentar els dos primers fulls, més el pòrtic i els signes convencionals del mapa, i aconseguí la carta de distinció de l'Exposició.

L'Institut Geogràfic va abandonar la realització formal del cadastre, que tenia encomanat, i el substituï per aixecaments topogràfics detallats. De fet aquesta posició va ser valorada positivament i com a molt realista per Francisco Coello, un dels impulsors del cadastre parcel·lari. Segons Coello, els avenços cadastrals per

masses de cultius realitzats a l'Institut eren tot el que es podia fer, convençut de la falta de recursos, i sobretot de la voluntat política per dur a terme un veritable cadastre (Coello, 1876:115-119). Al mateix temps que s'editaven fulls del mapa topogràfic, Ibáñez va ordenar que les minuts que es realitzaven a escala 1:25.000 tinguessin altres utilitats: descobrir ocultacions a Hisenda. Estretament relacionat amb el primers resultats d'aquests treballs, Ibáñez va ser nomenat el mes de maig de 1873 membre de la Comissió per determinar els terrenys desamortitzables i, més tard, l'any 1876, vocal de la Junta Consultiva d'Aranzels i Valoracions, que va ocupar fins l'any 1887.

L'any 1888 i ja suspeses aquestes operacions, l'Institut havia completat l'aixecament de 400 fulls a escala 1:25.000, a 8 províncies (Albacete, Cadis, Còrdova, Jaén, Madrid, Màlaga, Sevilla i Toledo), que representen una cinquena part del territori peninsular, amb una superfície de més de 10 milions d'hectàrees. A més d'aquests documents, a Còrdova, la primera de les províncies mesurades amb precisió topogràfica, es van editar els plànols de tots els termes municipals, mitjançant la tècnica autogràfica a escala 1:2.500, per tal de facilitar al públic la planimetria dels municipis. Aquesta tasca de divulgació aviat va quedar aturada «en vista de que no se ha sollicitado la adquisición de ninguno» (Exposició, 1888:56).

Abans de la publicació del primer full del Mapa Topogràfic d'Espanya a escala 1:50.000, l'Institut va publicar el *Plano Parcelario de Madrid*, en 16 fulls, document de gran precisió realitzat pel Cos de Topògrafs, a escala 1:2.000, litografiat al mateix centre i gravat per José Reinoso als anys 1872, 1873 i 1874. Per a la realització d'aquest parcel·lari urbà l'Institut aprofità els treballs cadastrals endegats per la Junta General d'Estadística fins l'any 1870 a la província de Madrid i més concretament a la capital de l'Estat (Muro; Nadal; Urteaga, 1992).

11. La tasca estadística de l'Institut Geogràfic i Estadístic

Si bé es pot considerar que les tasques geodèsiques, cartogràfiques i metrològiques van centrar l'atenció científica i organitzativa de Carles Ibáñez a l'Institut, no podem oblidar que a partir de l'any 1873 aquesta institució va ser també estadística. El mes de novembre de 1876, el ministre conde de Toreno autoritzava a reorganitzar i augmentar el personal d'Estadística i el mes següent, 15 de desembre de 1876, es destinaven pressupostos per continuar els treballs estadístics interromputs, sobretot per assumir la realització del cens de l'any 1877, així com la definitiva organització del Cos d'Estadística, amb més de 140 individus segons el primer escalafó del gener de 1878. Des de la publicació del Cens de 1860, feia 17 anys que no hi havia dades demogràfiques oficials a Espanya. El cens de 1865 va ser ajornat fins l'any 1870, que havia d'establir períodes decennals per als recomptes de població, i que finalment no es va realitzar. Fins l'elaboració del

cens de 1877, l'Institut Geogràfic i Estadístic només va publicar el *Movimiento de la Población desde 1861 hasta 1870*, obra continuadora del publicat l'any 1863 per la Junta General d'Estadística, on figuren dades sobre el creixement de la població a partir dels naixements, matrimonis, defuncions, i amb taules d'esperança de vida. Per a la realització d'aquesta obra, l'Institut va prescindir d'alguns fets importants per calcular correctament el moviment de la població, com ara l'emigració, la immigració i els canvis de residència. Aquestes mancances van ser corregides l'any 1882 amb l'organització d'un negociat específic per estudiar les emigracions i immigracions que va realitzar una publicació específica sobre el tema (IGE, 1891) i les sèries sobre el moviment de la població publicades posteriorment.

El mateix any 1876 Carles Ibáñez va ser nomenat delegat del govern espanyol al Congrés Internacional d'Estadística de Budapest. A la ressenya d'aquest congrés, Ibáñez va donar la seva opinió crítica del que considerava una gran carença de l'Estadística oficial a Espanya, atès que no va poder oferir a les sessions del congrés ni tan sols un treball (Ibáñez, 1877:68). A la reunió de l'Institut Internacional d'Estadística, celebrada a Roma deu anys més tard, Ibáñez va anar amb força més resultats. Durant la direcció d'Ibáñez, l'Institut va realitzar dos censos, el de 1877 i el de 1887, complint els períodes fixats de 10 anys i el Nomenclàtor lligat a l'últim cens esmentat. El Cens de 1877 fou elaborat per Juntes provincials i municipals, realitzat per inscripció nominal i simultània, classificant els individus sota l'aspecte de la població de fet i de dret, atenent doncs a la seva presència de fet en el punt d'inscripció i el seu domicili legal (Sanz, 1956:172-3). L'any 1879 es van publicar els resultats oficials d'aquest cens (Direcció, 1879) i els anys 1883 i 1884 s'editaven els definitius, incloent-hi el cens de les províncies d'Ultramar (Direcció, 1883-84). En el pròleg d'aquest cens, Ibáñez anuncià el propòsit de realitzar un nou recompte el 31 de desembre de 1885, per fer-lo coincidir amb la resta de països que havien decidit realitzar-los en els anys acabats en cinc i en zero. Aquesta proposta no va prosperar i la Llei de 18 de juny de 1887 ordenava que els censos fossin decennals i que fos preparat el següent per al 31 de desembre de 1887, que es va realitzar amb la mateixa metodologia que l'anterior. Els resultats oficials provisionals es van publicar l'any 1889 (Institut, 1889) i els definitius, els anys 1891 i 1892 (Direcció, 1891-1892).

Lligat amb el cens de 1887 es va publicar un nou Nomenclàtor, que es va començar a publicar l'any 1891 en quaderns, un per província, i on es van incloure les possessions africanes, però no les dades d'Ultramar (Institut, 1891-1894). El cens anterior, de 1877, no va incorporar Nomenclàtor. L'explicació d'aquesta falta té relació amb la publicació l'any 1876 d'un Nomenclàtor arreglat a la Divisió Territorial aprovada el primer de juliol de 1873 i publicat en un volum de poc més de 1.000 pàgines (Institut, 1876). Aquesta obra forma part dels treballs de la Comissió de Divisió Judicial d'Espanya presidida pel geògraf Fermín Caballe-

ro, i de la qual Ibáñez i l'enginyer en cap de la secció de la publicació del mapa Míguel Muruve formaven part des de l'any 1870 (Nadal, 1993).

L'any 1888, poc després de la finalització de les tasques de l'últim cens de 1887 i del corresponent Nomenclator, l'Institut Geogràfic publicava una de les obres més ambiciosos coordinades per Carles Ibáñez. Ens referim a la *Reseña Geográfica y Estadística de España*, realitzada i publicada per servir de targeta de presentació a l'Exposició Universal de Barcelona. Amb un pròleg d'Ibáñez, l'obra consta de 23 articles redactats per membres de l'Institut amb dades oficials de 1884. Al final de l'obra hi ha un mapa geogràfic d'Espanya realitzat per Carles Ibáñez «necesario para ilustrar su lectura». És un mapa de grans dimensions, extraordinàriament descriptiu, a escala 1:1.500.000, i gravat per Pedro Peñas a la litografia de l'Institut. L'edició original d'aquest mapa es va fer l'any 1882 en un treball realitzat per Ibáñez i encarregat l'any anterior pel ministre de la Guerra Arsenio Martínez Campos, per tal de dividir el territori espanyol en zones militars i fer-hi les distribucions dels reemplaços de l'exèrcit i la marina de guerra (Ibáñez, 1882). També se'n va fer una tirada a part l'any 1884 amb «l'objecte de difondre el territori», i fou reproduït diverses vegades més enllà del segle XIX (Ibáñez, 1902). En conjunt la *Reseña Geográfica y Estadística*, íntimament relacionada amb els *Anuarios Estadísticos de España* publicats per la Comissió i Junta d'Estadística, representa una introducció a Espanya feta pels geodesistes, estadístics i enginyers de l'Institut Geogràfic sota la coordinació d'Ibáñez. Hi destaquen els articles dedicats al territori, amb més de 250 pàgines, i tots els articles dedicats a la població, els recursos i els territoris d'Ultramar.

L'any d'edició de l'última obra comentada, 1888, Ibáñez va acabar també els treballs que el ministeri d'Estat li havia encomanat com a president de la Comissió d'examen dels conflictes límits fronterers entre les repúbliques de Colòmbia i Veneçuela, iniciats l'any 1883. També va ser l'any de l'Exposició Universal de Barcelona, en la qual l'Institut va tenir una presència destacada (Exposición, 1888a), tot i que el seu règim administratiu va rebre dures crítiques (Exposición, 1888b:228), avantsala de la dimissió d'Ibáñez un any després. A Barcelona, Ibáñez va portar i mostrar els resultats de la seva gestió i tota la tasca de les comissions geodèsiques des de l'any 1854. També en aquesta ciutat va ser reconegut pels enginyers civils, que el van nomenar president honorari del Congrés Internacional d'Enginyeria reunit a Barcelona amb motiu de l'Exposició Universal (Congreso, 1890).

12. L'abandó de les seves responsabilitats directives

El 20 de desembre de 1889 el ministre de Foment J. José Álvarez de Toledo, comte de Xiquena, admetia la dimissió de Carles Ibáñez del càrrec de direc-

tor general de l'Institut Geogràfic i Estadístic. Des de Niça, el 22 de gener de 1890 el mateix marquès de Mulhacén assenyalava que després de 19 anys com a director de l'Institut Geogràfic, el 20 de desembre de 1889 li fou admesa la dimissió per motius de salut. Tot i aquesta declaració oficial, coneixem la confrontació entre el ministre i el director general. El mes d'octubre de 1889 l'Institut Geogràfic va perdre l'autonomia que fins aleshores tenia (Paladini, 1991:41). Des d'aquesta data hauria de tenir la mateixa organització i atribucions que la resta de direccions del ministeri. Ibáñez presentà la dimissió i demanà un permís per anar a París, que li fou concedit, i fou substituït per l'enginyer forestal Francisco de Paula Arrillaga. Les intencions del ministre, comte de Xiquena, anaven més enllà, amb la voluntat de reorganitzar completament la institució. El mateix dia de l'acceptació oficial de la dimissió d'Ibáñez es va organitzar una comissió encarregada d'estudiar i proposar al ministre la reorganització del centre. Aquesta, presidida per José Echegaray, estava composta per Alberto Bosch, Federico Lavina, Mariano Cancio, José Morer, José Jimeno, Miguel Merino, Joaquín Barraquer i Francisco de Paula Arrillaga. Segons el ministre, hi havia problemes per harmonitzar serveis estrictament tècnics, com els treballs geodèsics i topogràfics, amb d'altres de caire administratiu i estadístic. Aquests s'agreujaven a causa de les dificultats econòmiques. Des d'aquesta reforma s'iniciava un període de clara inflexió en els pressupostos de l'entitat. Els resultats d'aquesta comissió, fets públics l'any següent, van confirmar les competències de l'Institut, encara que van existir fortes pressions per disgregar l'Estadística per diferents ministeris. En canvi, la majoria dels membres van decidir separar els treballs d'Estadística general dels pròpiament geogràfics, amb un centre independent, o dins de la Direcció d'Agricultura, Indústria i Comerç. Finalment aquestes propostes van ser rebutjades pel govern el maig de 1890, i només es va treure l'autonomia econòmica de la institució i la direcció de la Comissió Permanent de Pesos i Mesures, que podia recaure en qualsevol vocal que el mateix govern designés.

Al cap de pocs mesos, Carles Ibáñez moria a Niça, el 28 de gener de 1891, a causa d'una pulmonia. Després dels primers homenajes, l'any 1912 el govern francès i l'Ajuntament de Niça van retre un homenage al científic espanyol. Un any abans, el 31 de gener de 1911, l'Ajuntament de Barcelona prenia diferents acords: donar el nom de Marqués de Mulhacén a un dels carrers de Barcelona; que fos col·locat el seu retrat, com a fill de Barcelona, a la Galeria de Catalans Il·lustres; i que es publicués la seva biografia. A la mateixa sessió, l'Ajuntament de Barcelona es va associar a l'homenage científic celebrat a la ciutat de Niça pocs mesos després.

Fonts

Bibliografía citada

- APELL, P. (1925) *Commemoration du centenaire de la naissance du Général Ibáñez de Ibero (Marquis de Mulhacén)*. París, Imprimerie Paul Dupont.
- ÁLVAREZ SEREIX, R.; BELLÓN DE ARCOS, J. (1889) *Aparato de Ibáñez para medir bases geodésicas. Noticias compiladas por...* Madrid, Imp. del Instituto Geográfico y Estadístico.
- BOSCH, M. (1911) Lista general de los oficiales del cuerpo de Ingenieros del Ejército desde el siglo XVI hasta 1910. *Memorial de Ingenieros*, tom XXVIII.
- CASTRO SOLER, J. (1990) La construcción de la Regla española. *Asclepio*, XLII:347-364.
- (1991a) Los inicios del proyecto del mapa de España. Dins VALERA, M.; LOPEZ FER-NÁNDEZ, C. (eds.) (1991) *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Murcia-Barcelona, DM-PPU. pp. 943-956.
- (1991b) *El proyecto del mapa de España en la segunda mitad del Siglo XIX (1873-1900)*. *La Red geodésica fundamental y las operaciones astronómicas*. València, Universidad de València.
- CASTRO SOLER, J.; TEN ROS, A. E. (1998) El proyecto del mapa de España. Los primeros años: 1853-57. *Estudios Geográficos*, n.º 213, tom LIV:543-574.
- COELLO, F. (1876) Memoria sobre el estado actual de los trabajos geográficos, leída en la Junta General del 14 de mayo de 1876 por el Vicepresidente. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*, tom. I, n.º 2:113-169.
- CONGRESO (1890) *Congreso Internacional de Ingeniería celebrado en Barcelona durante 1888. Discursos, Memorias y Disertaciones*. Barcelona, Tipo-Litografía de Luis Tasso. 424 pp.
- DARBOUX, G. (1903) *Eloge historique de François Perrier...* París, Institut de France. Typ. de Firmin-Didot et Cie.
- DE LA LLAVE, Joaquín (1953) *Biografía de Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Marqués de Mulhacén*. Barcelona, Imp. Vèlez-Ayuntamiento de Barcelona. 17 pp.
- DIRECCIÓN (1879) Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico (1879) *Resultados generales del Censo de la Población de España según el empadronamiento hecho el 31 de diciembre 1877*. Madrid. 601 pp.
- (1883-1884) Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico (1883-1884) *Censo de la Población de España según el empadronamiento hecho el 31 de diciembre de 1877*. Madrid. II toms.
- (1886) Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico (1886) *Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del sistema métrico-decimal*. Madrid, Imp. de la Dir. Gen. del IGE. 57 pp.
- (1888) Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico (1888) *Reseña Geográfica y Estadística de España*. Madrid, Imprenta de la Dir. Gen. del IGE. 1.116 pp. + 1 mapa.
- (1891-92) Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico (1891-92) *Censo de la Población de España según el empadronamiento hecho el 31 de diciembre de 1887*. Madrid. II toms.
- EFFENDY, I.; IBÁÑEZ, C. (1863) Comparación de la regla geodésica perteneciente al Gobierno de S. A. El Virrey de Egipto con la que sirvió para la medición de la Base Central del Mapa de España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, II, 2b. Parte 2:47.

- EXPOSICIÓN (1888a) Exposición Universal de Barcelona (1888) *Catálogo razonado de los objetos presentados por la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico*. Madrid. 90 pp.
- (1888b) Exposición Universal de Barcelona (1888) *Libro de Honor*. Barcelona.
- FAYE, H. (1863) Sobre un nuevo aparato para medir bases geodésicas. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 13:193-204.
- IBÁÑEZ, C. (1871) *Descripción geodésica de las Islas Baleares*. Madrid, Imp. y Est. de Rivadeneyra. 849 pp.
- (1877) *Reseña de la novena reunión del Congreso Internacional de Estadística*. Madrid, Imp. central a cargo de Victor Satz. 69 pp.
- (1882) *Zonas militares asignadas a los cuerpos del Ejército para su reemplazo y organización de sus reservas y depósitos*. Madrid, Imp. de la Dir. Gen. del IGE. 484 pp. + 1 lám.
- (1902) *Mapa de España formado por el Excmo. Señor Mariscal de Campo D... con motivo de la división del territorio en zonas militares para situar las reservas y depósitos del ejército*. (Publicat el 1884 i reproduït el 1902.) Escala de 1:1.500.000. Litografía del Instituto Geográfico y Estadístico. Pedro Peñas grabó.
- IBÁÑEZ, C.; MERINO, M. (1880) Enlace geodésico y astronómico de Europa y África. Primera operación.- Enlace geodésico. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XXI.
- IBÁÑEZ, C.; PERRIER, F. (1888) Enlace geodésico y astronómico de Argelia con España, realizado en 1879 por orden de los gobiernos de España y Francia. *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*, 7:3-288.
- IBÁÑEZ, 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.
- IBÁÑEZ, C.; SAAVEDRA, F.; MONET, F.; QUIROGA, C. (1865) *Base central de la triangulación geodésica de España*. Madrid, Imp. y Estereotipia de Rivadeneyra.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO (1876) *Nuevo nomenclátor de las ciudades, villas, lugares y aldeas de las cuarenta y nueve provincias de España, con arreglo a la División Territorial vigente en julio de 1873*. Madrid, Imp. Nacional, 1.056 pp.
- (1877) *Movimiento de la población de España. Años 1861 a 1870*. Madrid, Aribau-Minuesa de los Ríos.
- (1889) *Resultados provisionales del Censo de Población de España realizado el 31 de diciembre de 1887*. Madrid. 608 pp.
- (1891) *Estadística de emigración e inmigración 1882-1890*. Madrid.
- (1891-1894) *Nomenclátor de las ciudades, villas, lugares y aldeas y demás entidades de población de España en 1.º de enero de 1888*. Madrid. 4 vols.
- LAUSSEDAT, A. (1872) Note relative au prolongement de la meridienne de France et d'Espagne au Algérie. *Comptes Rendus*, 85:1.492-1.495.
- MURO, J. I. (1991a) Las enseñanzas científicas en la Academia de Ingenieros del Ejército (siglo XIX). Dins VALERA, M. y LOPEZ, C. (eds.) (1991). *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las ciencias y de las técnicas*. Murcia, Barcelona, DM-PPU. pp. 1.405-1423.
- (1991b) Geodestas, topógrafos e ingenieros geógrafos para un Instituto Geográfico y Estadístico (1870-1904). *Estudios Geográficos*, n.º 202, tom LII:29-50.
- MURO, J. I.; NADAL, F.; URTEAGA, L. (1992) Los trabajos topográfico-cartas de la Junta General de Estadística (1856-1870). *Ciudad y Territorio*, 94:33-59.
- (1993) *El pensamiento militar sobre el territorio en la España contemporánea*. Madrid, Ministerio de Defensa. 2 vols.

- NADAL, Francesc (1993) El projecte de divisió judicial de la província de Barcelona d'Ildefons Cerdà (1872). *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, n.º 36, vol. VIII.
- NADAL, F.; URTEAGA, L. (1990) Cartografía y Estado: los mapas topográfico nacionales y la estadística territorial en el siglo XIX. *Geo-Crítica*, 88, 93 pp.
- NADAL, F.; URTEAGA, L.; MUÑOZ, J. I. (1994) Reconocer el territorio, medir la propiedad y evaluar los recursos: la Junta General de Estadística y la cartografía temática en España (1856-1870). *Suplementos Antropos*, 43:66-74.
- PALADINI, A. (1991) El general Ibáñez. Su personalidad militar y humana. REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES (1991) *Commemoración del centenario del general Ibáñez e Ibáñez de Ibero*. Madrid, pp. 33-49.
- RED (1881) *Red geodésica europea para la determinación de la figura y dimensiones de la Tierra*, escala 1:10.000.000, 1 full gravat en pedra a 3 colors per la secció de gravat i litografia de l'Institut Geogràfic i Estadístic. Dins IBÁÑEZ, Carlos (1881) La geodesia novísima. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*, tom X:437-466.
- RED (1886) Red geodésica de primer orden. Parte sexta. Enlace geodésico de las Islas Baleares con el continente. *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*, 6:3-61.
- SANZ, A. (1956) *Resumen histórico de la estadística en España*. Madrid, INE. 224 pp.
- TEN, A. E.; CASTRO SOLER, J. (1991) L'union géodésique des îles Baléares dans le continent et le système métrique décimal. Dins DEBARBAT, S.; TEN, A. E. (eds.) (1991) *Mètre et système métrique*.
- TRABAJOS (1883) Trabajos metrológico Geodésicos. Parte Tercera. Determinación del coeficiente de dilatación lineal de la regla de hierro laminado perteneciente al aparato de Ibáñez para la medición de bases geodésicas. *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*, 4:659-696.
- TRIANGULACION (1866) Triangulación geodésica de España. *Revista de los Progressos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 16:190-192.

RAMON DE MANJARRÉS i DE BOFARULL

Barcelona, 1827

Sevilla, 1918

La química agrícola i la professionalització dels enginyers industrials

per Francesc X. Barca Salom i Guillermo Lusa Monforte

