

ISABEL RÁBANO

LOS CIMIENTOS DE LA
GEOLOGÍA:
LA COMISIÓN DEL MAPA
GEOLÓGICO DE ESPAÑA
(1849-1910)

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Madrid 2015

RÁBANO, Isabel

Los cimientos de la Geología: la Comisión del Mapa Geológico de España (1849-1910) / Isabel Rábano. – Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2015

329 p.: figs., tbs.; 30 cm

ISBN 978-84-7840-963-1

1. IGME 2. Historia 3. Historia de la geología I. Instituto Geológico y Minero de España, ed. II. Título

551:061.6:93(460)

Sobrecubierta:

Paisaje geológico en la margen izquierda del río Jalón. Litografía realizada por José Vallejo en 1864 para la memoria geológica de la provincia de Zaragoza (Donayre, 1873).

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de la propiedad intelectual y del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ministerio de Economía y Competitividad

c/ Ríos Rosas, 23

28003 Madrid

Tel.: + 34 913 495 700

Fax: + 34 913 495 762

web: <http://www.igme.es>

Catálogo y venta de publicaciones de la Administración General del Estado en:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

ISBN: 978-84-7840-963-1

NIPO: 728-15-018-5

Depósito Legal: M-17145-2015

Producción: INFORAMA, S.A.

Imprime: ARTES GRÁFICAS PALERMO

Los extranjeros nos echan en cara, y tal vez con alguna razón, el que no hayamos todavía puesto en conocimiento del público científico la ordenación geológica de nuestro suelo, como lo han hecho ya otras naciones.

Joaquín Ezquerro del Bayo
Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península (1850)

Mientras que en otras naciones difícilmente se podrá señalar una sola comarca que no haya sido visitada y explorada con diferentes objetos, hay todavía muchas en nuestra Península donde ningún hombre consagrado a las ciencias, ningún curioso ha penetrado todavía, y de este número es aquella en que se hallan los picos llamados de Europa.

Casiano de Prado
Valdeón, Caín, la Canal de Trea. Ascensión a los Picos de Europa en la Cordillera Cantábrica (1860)

Echados están, pueden decirse, los cimientos de la geología en España. (...) La obra es larga y exige en los que hayan de llevarla a cabo mucho celo e interés por la ciencia.

Casiano de Prado
Mapa Geológico de España (1861)

Trazar la historia de la Tierra y descubrir que tenía un “tiempo profundo”, según explicó Stephen Jay Gould en *La flecha del tiempo*, fue una empresa intelectual de largo aliento. En ella se implicaron a lo largo de la era moderna una legión de estudiosos, entre los que sobresalió un grupo de observadores de la superficie terrestre que a principios del siglo XIX sentaron las bases de una nueva disciplina científica: la geología. Entre 1830 y 1833 el británico Charles Lyell publicó su tratado fundacional: los tres volúmenes de sus *Principles of Geology*. En ellos se ofrecía una visión de conjunto sobre el origen, formación y evolución de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura. En esa época ya se había profundizado en el conocimiento de la estructura geológica de una parte de Europa, fundamentalmente de las islas Británicas, Sajonia, la cuenca de París y las regiones volcánicas de Francia e Italia. Sin embargo, solo se tenían nociones de algunas partes del territorio español. De hecho, el propio Charles Lyell viajó a Cataluña en 1830 para explorar la región volcánica de Olot.

Los *Principles of Geology* de Lyell condensaron, por tanto, tres décadas de descubrimientos geológicos, de consolidación de fundamentos empíricos de la geología y de perfeccionamiento de sus métodos de análisis. En estos métodos desempeñó un papel fundamental la estratigrafía o estudio de los estratos rocosos que constituyen la corteza terrestre. Fue la estratigrafía la que permitió convertir la geología en una ciencia histórica, como destacaron Stephen Toulmin y June Goodfield en la obra *El descubrimiento del tiempo*.

William Smith (1769-1839) fue el inventor de esta innovadora técnica cuya importancia en el nacimiento de la moderna geología ha sido subrayada por Simon Winchester en su libro *The map that changed the world*¹. William Smith, hijo de un herrero, se formó como topógrafo y luego se convirtió en un ingeniero práctico. Sus numerosos viajes por Inglaterra para trabajar en la estimación de reservas de minas de carbón o en la construcción de canales le permitieron hacer observaciones directas del orden y sucesión de los estratos, así como reunir los fósiles orgánicos contenidos en cada capa. Así pudo constatar que cada conjunto de estratos particular se podría identificar por los fósiles que contenía. En 1796 estableció que los estratos de la misma antigüedad contenían idéntico tipo de fósiles. Fue entonces cuando formuló el principio de sucesión faunística, de manera que los contenidos fósiles de dos estratos suministraban una sólida base para comparar sus posiciones relativas y, por tanto, sus edades relativas. La investigación estratigráfica de Smith proporcionó así una escala intelectual que permitía al estudioso remontarse a las épocas más antiguas del pasado. En esa escala los fósiles ejercían la función de travesaños. Los estudios “paleontológicos” desempeñarían a partir de entonces un papel fundamental en el desarrollo de la geología.

Otra gran contribución de William Smith al desarrollo de la moderna geología fue la elaboración y publicación de su gran mapa geológico de Inglaterra y Gales, editado en 1815 a escala de cinco millas a una pulgada, es decir, 1/300.000^e. El mapa tenía unas dimensiones colosales: medía 1,85 m x 2,66 m. Era el primero de semejantes características y su importancia fue tal para la geología británica y mundial que Simon Winchester lo ha considerado el mapa que cambió el mundo.

La concepción utilitarista de este mapa se demuestra en el interés por resaltar en él los yacimientos mineros, las salinas y las vías de comunicación, como son los canales. Y es que estaba destinado a ser fuente de conocimiento para mineros, comerciantes, agricultores, y otros protagonistas de la Revolución industrial entonces en marcha en el Reino Unido. Así lo quiso destacar el mismo autor en el largo título del mapa². La primera tirada fue de 400 ejemplares. Poco después William Smith hizo una versión más reducida y en los primeros años de la década de 1820 publicó veintiuna cartas geológicas de otros tantos condados. En ellas se mostraba el uso industrial y agrícola de sus suelos. Su objetivo final era la formación de un atlas geológico de Inglaterra y País de Gales. Aunque esta pretensión no pudo ser alcanzada, es indudable que la labor cartográfica de William Smith supuso un hito en el poderoso lenguaje visual de la ciencia geológica que fue emergiendo en el Reino Unido y en la Europa continental entre 1760 y 1840. Este aspecto ha sido analizado en un importante texto por el historiador de la geología Martin J.S. Rudwick³.

¹ Agradezco a mi compañero Juan Pimentel que me facilitase la consulta de esta obra a la hora de elaborar este prólogo.

² Este título era: *A Geological Map of England and Wales, with part of Scotland; exhibiting the Collieries, Mines, and Canals, the Marshes and Fen Lands originally overflowed by the Sea, and the varieties of Soil, according to the variations of the Substrata; illustrated by the most descriptive Names of Places, and of Local Districts; showing also the Rivers, Sites of Parks, and principal Seats of the Nobility and Gentry, and the opposite Coast of France.*

³ M.J.S. Rudwick, “The emergence of a visual language for geological science, 1760-1840”, *History of Science*, 1976, vol. 14, pp. 149-195.

La profundización y finalización de la tarea de crear un atlas geológico del Reino Unido fue la misión que emprendió el primer servicio geológico oficial organizado en el mundo. Me refiero al *Ordnance Geological Survey*, fundado en 1835, y estrechamente vinculado a la industria minera inglesa. Su primer director fue Henry de la Beche, conocido, entre otras razones, por ser el autor de una famosa caricatura de Charles Lyell en la que le representó como el futuro profesor Ictiosaurio⁴. Ese servicio oficial británico de cartografía geológica inspiró la creación de instituciones parecidas en diversos países europeos y americanos, cuyas historias están siendo investigadas en los últimos años. Y así disponemos de estudios sobre los servicios geológicos de Prusia y de la Alemania unificada, Suecia, Italia, Bélgica, Portugal, Estados Unidos y Brasil⁵.

Las funciones que asumieron esos servicios geológicos fueron muy complejas, entremezclándose en ellos actividades científicas, técnicas, docentes, económicas y culturales. Así, el servicio inglés, al establecerse en una nueva sede en 1851, organizó levantamientos geológicos, acogió la escuela real de minería, sostuvo un museo de geología práctica y estableció una oficina de concesiones mineras. Dado el volumen de recursos económicos que movilizaron, la complejidad organizativa que demandaron y la masa crítica de investigadores y técnicos que congregaron, esas instituciones geológicas han sido contempladas por Pietro Corsi como ejemplos de una "big science" en la Europa de la segunda mitad del siglo XIX.

En este contexto internacional se ubica el libro que tiene el lector en sus manos. Gracias a él podemos conocer las vicisitudes que rodearon la larga elaboración del Mapa Geológico de España, publicado en 1889 a escala 1:400.000. Su autora, Isabel Rábano, nos demuestra que sabe usar como buena geóloga los dos instrumentos principales de su oficio: la brújula y el martillo. Así, nos orienta con tino por las diferentes instancias administrativas creadas por el Estado liberal para dotarse de un mapa temático que representase las estructuras geológicas, los elementos geomorfológicos y los tipos de rocas de la superficie del territorio español. Y separa la ganga de la mena para reconstruir con rigor, gracias a una sólida base documental, la historia de la Comisión del Mapa Geológico de España, denominada inicialmente, al constituirse en 1849, "Comisión de la Carta geológica de Madrid y General del Reino".

El Mapa Geológico de España de 1889 representó la culminación de la compleja y costosa construcción del edificio del conocimiento geológico del territorio español. Finalizado ese proyecto, cuyo carácter titánico es resaltado por Isabel Rábano, se pudieron acometer otros proyectos, como la elaboración de diferentes mapas temáticos, fuesen mineros o de riesgos, a escalas cada vez más reducidas, destinados a un mayor control de los recursos naturales del país. El recorrido histórico al que la autora nos invita concluye en 1910, momento en el que se decidió crear el Instituto Geológico de España. En ese año, que puede ser considerado como un "annus mirabilis" de la ciencia española, la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, el principal organismo creado en la España contemporánea para promover la ciencia y la educación, experimentó en efecto una profunda transformación que traería consecuencias beneficiosas para el desarrollo científico español del primer tercio del siglo XX.

Isabel Rábano nos ofrece un libro poliédrico que reúne diversas y valiosas aportaciones sobre la historia de la geología, en particular, y la historia de la ciencia española, en general. A través de sus páginas nos muestra los progresos experimentados por la geología hecha en España a lo largo del siglo XIX, a ritmo lento en las primeras décadas, y más dinámico en el último tercio. Página a página vamos siguiendo los avances de las investigaciones efectuadas por geólogos extranjeros y españoles para conocer mejor el territorio de este país y sus recursos naturales, fundamentalmente mineros, en una época en la que el Estado español se transformó en una potencia minera⁶.

Entre los geólogos extranjeros la autora destaca las aportaciones del italiano Alberto Ferrero della Marmora y los franceses Frederic Le Play y Edouard de Verneuil en la primera mitad del siglo XIX, sin olvidar, entre otros, las contribuciones de los alemanes Leopold von Buch y Heinrich Moritz Willkomm, los escoceses Thomas Stewart Traill y William Maclure, considerado este último el padre de la geología norteamericana, y los ingleses Charles Silvertop y Samuel Edward Cook, amigo de Lyell.

⁴ Está reproducida en Stephen Jay Gould, *La flecha del tiempo*, Madrid, Alianza Universidad, 1992, p. 119

⁵ Varios de ellos fueron presentados en el dossier coordinado por Pietro Corsi dedicado a "Geological mapping and Geological Surveys" publicado en *Earth Sciences History. Journal of the History of the Earth Sciences Society*, vol. 26, nº 1, 2007.

⁶ Gérard Chastagnaret, *L'Espagne, puissance minière dans l'Europe du XIX^e siècle*, Madrid, Bibliothèque de la Casa de Velázquez, 2000.

Respecto a los españoles podemos seguir paso a paso los aportes de un amplio contingente de ingenieros de minas y de algunos naturalistas, que en su mayor parte pertenecen a la que se conoce como “generación intermedia”. Los integrantes de esa generación, nacidos en el primer tercio del siglo XIX, actuaron de enlace entre los científicos ilustrados y los positivistas, y tuvieron que afrontar los efectos de la crisis del Antiguo Régimen, la cual implicó un severo debilitamiento del incipiente sistema científico-técnico construido con mucho esfuerzo durante la segunda mitad del siglo XVIII. Detalles biográficos de casi una veintena de los ingenieros y naturalistas de ese grupo generacional se ofrecen en uno de los valiosos apéndices documentales que ilustran y enriquecen la concienzuda labor de la autora.

Este libro incrementa nuestro conocimiento sobre el proceso de construcción de los cimientos de la geología en la España del siglo XIX. Particularmente, la autora ofrece nuevas luces sobre una etapa oscura del desenvolvimiento científico en este país, en concreto del período histórico que abarca la era isabelina y el Sexenio democrático. La autora lo consigue mediante el seguimiento meticuloso de los trabajos científicos de un cualificado grupo de geólogos, entre los que destacaron diversos ingenieros de minas.

En efecto, la parte más amplia de la narración de Isabel Rábano corresponde a los avatares institucionales de la Comisión de la Carta Geológica de Madrid y General del Reino, desde su creación en 1849, en plena década moderada, hasta su refundación en 1870, tras la revolución democrática de septiembre de 1868. Fueron dos décadas de muchos vaivenes políticos e institucionales, de dificultades organizativas, de problemas económicos, de tensiones entre naturalistas e ingenieros de minas, como revela la controversia sobre el elefante fósil de San Isidro, un episodio fundamental en el interés social por la paleontología en la España decimonónica.

En esta controversia se enfrentaron desde 1850 las poderosas personalidades de Mariano de la Paz Graells, quien por aquel entonces tenía plenos poderes en la pequeña comunidad de naturalistas isabelinos, y Casiano de Prado, uno de los mejores ingenieros de minas de su generación, un hombre de firmes convicciones liberales, cuyas aventuras y desventuras son seguidas con mucho detalle por Isabel Rábano.

Casiano de Prado no fue solo un precursor del alpinismo, sino un hombre multifacético. En 1856 culminó la ascensión de la Torre del Llambrión, en los Picos de Europa, cuya cima está situada a 2.652 m de altura. También fue un apasionado de la paleontología y un experto geólogo. Sus conocimientos serían apreciados y reconocidos por sus colegas europeos, como el geólogo escocés sir Roderick Impey Murchison, presidente de la Sociedad Geológica de Londres, o el francés Edouard de Verneuil. Su labor en la comisión estudiada por Isabel Rábano le permitió hacer importantes investigaciones en la cuenca carbonífera de Orbó, Santullán y Sabero, en el norte de la provincia de Palencia, así como la elaboración de una de las piezas más valiosas de la cartografía temática efectuada en la España del siglo XIX: su Mapa geológico de la provincia de Madrid a escala 1:200.000, publicado en 1864. Acompañó este mapa con un relevante estudio científico: la *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*.

Si la etapa isabelina aparece como un período difícil para la construcción de los cimientos de la geología, la situación cambiará con el dinamismo cultural del Sexenio democrático y la liberalización de la monarquía borbónica restaurada en la década de 1880, momento en el que se impulsará el cultivo de las Ciencias de la Tierra. Ese período está dominado en la geología española por la fascinante personalidad de Manuel Fernández de Castro, cuyas dotes de liderazgo científico son resaltadas atinadamente por Isabel Rábano.

Desde 1873, año de la proclamación de la Primera República, hasta 1895, fecha de su fallecimiento, Manuel Fernández de Castro dirigió la Comisión del Mapa Geológico. En esos veintidós años ejerció de ideólogo y gestor del moderno mapa geológico español y asumió también la responsabilidad de ser el coordinador y catalizador de las energías de un cualificado grupo de ingenieros de minas más jóvenes que él. Entre ellos destacará Lucas Mallada, quien en el discurso de recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales que pronunció en 1897, evocará así las consecuencias del empuje que supo transmitir Fernández de Castro a sus colaboradores de la Comisión del Mapa Geológico de España: “todas nuestras montañas, todos nuestros valles, todos nuestros ríos y arroyos, todas nuestras llanuras se cruzaban sin sosiego ni descanso por una juventud a que alentaba y enardecía tan entusiasta Director”.

Pero este libro poliédrico no se limita a hacer un seguimiento de los trabajos científicos y de las vicisitudes político-administrativas que dieron lugar a la elaboración del Mapa Geológico de España. También se

preocupa por la dimensión internacional de la Comisión del Mapa Geológico de España. En efecto, la autora da a conocer las negociaciones de los integrantes de esa institución, mostrando su disposición a contribuir en la elaboración del mapa geológico de Europa, que finalmente se publicaría en 1896. Para acometer esa tarea los geólogos españoles buscaron una estrecha alianza con sus colegas portugueses. Esa colaboración originó interesantes intercambios científicos entre los geólogos de los países ibéricos a lo largo del último cuarto del siglo XIX.

Isabel Rábano presta asimismo atención a la labor cultural y educativa que desplegaron los ingenieros de minas en las exposiciones universales y nacionales. Esos escenarios fueron espacios de encuentro entre los científicos y tecnólogos y el gran público durante la segunda mitad del siglo XIX. En ellos los ingenieros de minas españoles mostraron los avances de sus investigaciones y dieron respuesta a demandas sociales relacionadas con un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del país. Así se demuestra con su presencia en la Exposición Universal de Filadelfia de 1876, en la Exposición Nacional de Minería de 1883 y en la Exposición Hispano-Americana de 1892. La preocupación de la autora por las acciones divulgativas de los geólogos e ingenieros de minas de la Restauración está indudablemente relacionado con las experiencias que ha ido acumulando como directora del Museo Geominero del Instituto Geológico y Minero de España. Este Museo se ha convertido en un referente para la didáctica de las ciencias naturales. Esa dimensión pedagógica surge del interés de los responsables de esa especie de "teatro natural" por descubrir los secretos de la Gea y acercar a públicos diversos las maravillas de las entrañas de la Tierra que custodia el museo. Así lo podrá constatar y admirar cualquier ciudadano que se acerque a ese lugar o cualquier internauta que navegue por su sitio web.

Entre las numerosas aportaciones de este singular libro quizás una de las más relevantes consista en el potente lenguaje visual que lo acompaña. A lo largo de más de doscientas ilustraciones tenemos la oportunidad de apreciar y valorar el variado dispositivo iconográfico que utilizaron los geólogos españoles del siglo XIX para representar sobre una superficie plana las estructuras tridimensionales que observaban en el territorio español. Así, desfilan ante nuestros ojos en múltiples escalas mapas, cortes geológicos, cuadros gráficos de altitudes, dibujos de paisajes, de diversas partes y provincias de España. Llevar a cabo esos dispositivos fue una tarea ardua y una labor colectiva. La autora nos permite acceder a una importante mapoteca y a una relevante galería iconográfica. En la lograda imbricación entre textos e imágenes se inserta además valiosa información sobre los guías locales y sobre los artistas que colaboraron con los científicos para crear los complejos y bellos mapas temáticos que desfilan por las páginas de este libro.

Estamos, pues, de enhorabuena al disponer de una nueva obra que enriquece la literatura sobre la historia de la geología española. El reciente libro de Manuel Julivert *Una historia de la geología en España*, editado en 2014 por Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, tiene un digno continuador y complemento en esta obra de Isabel Rábano.

Hace una década –en noviembre de 2005– el historiador de la ciencia Pietro Corsi organizó, con el apoyo de la European Science Foundation, una reunión científica en París para debatir sobre "The first big science: European geological maps 1800-2000". En el encuentro no hubo representación española y no se abordó, por tanto, el tema objeto de este libro. Ahora, gracias a la investigación de Isabel Rábano, se cubre ese vacío. Confiamos que en próximas reuniones internacionales sobre la construcción de mapas geológicos se pueda mostrar que en España también se produjo en la segunda mitad del siglo XIX una singular simbiosis entre el aparato del Estado liberal y los ingenieros de minas para disponer de un solvente mapa geológico del territorio español, como se constata en el libro que el lector tiene ante sí. Su relevante y cuidada información incita a su lectura y consulta.

Leoncio López-Ocón Cabrera
Instituto de Historia-CCHS
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

PRESENTACIÓN.....	v
PRÓLOGO.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS EN ESPAÑA DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX.....	3
III. LA COMISIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA DE MADRID Y GENERAL DEL REINO.....	17
III.1. Primeros pasos para una organización.....	17
III.2. Una comisión de ingenieros y naturalistas.....	20
IV. UN MILITAR EN LA COMISIÓN. LA PRESIDENCIA DE FRANCISCO DE LUJÁN (1849-1854).....	31
IV.1. Y por fin comienzan los trabajos.....	31
IV.2. La polémica sobre el elefante fósil de San Isidro.....	36
IV.3. Actividades de las secciones entre 1850 y 1853.....	40
IV.3.1. Sección Geográfico-Meteorológica.....	44
IV.3.2. Sección Geológico-Mineralógica.....	52
IV.3.3. Sección Geológico-Paleontológica.....	54
IV.3.4. Sección Botánica.....	62
IV.3.5. Sección Zoológica.....	65
V. UN ALEMÁN EN LA COMISIÓN. LA PRESIDENCIA DE GUILLERMO SCHULZ (1854-1857).....	69
V.1. Comisiones de estudio de las cuencas carboníferas.....	77
V.2. La Sección Geológico-Paleontológica y otras nuevas secciones geológicas.....	86
V.3. Sección Geográfico-Meteorológica.....	91
V.4. Sección Geológico-Mineralógica.....	92
V.5. Sección Botánica.....	92
V.6. Sección Zoológica.....	92
VI. LOS AÑOS DIFÍCILES. LA PRESIDENCIA DE VICENTE VÁZQUEZ QUEIPO (1857-1859).....	95
VI.1. Rendición de cuentas.....	99
VI.2. El final de una etapa.....	101
VII. TAN SÓLO MAPAS. LAS BRIGADAS GEOLÓGICAS DE LA JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA (1860-1867).....	107
VII.1. Mapas y memorias geológicas provinciales.....	113
VII.1.1. Primera brigada geológica: Casiano de Prado y Felipe Martín Donayre.....	115
VII.1.2. Segunda brigada geológica: Amalio Maestre y Agustín Martínez Alcívar.....	121
VII.1.3. Tercera brigada geológica: Juan Manuel Aránzazu.....	125
VII.1.4. Los mapas de Juan Vilanova y Felipe Bauzá.....	128
VII.2. El mapa geológico de España: Amalio Maestre vs. Édouard de Verneuil.....	131
VII.3. La “Comisión de aplicaciones útiles a la geología” (1865): un proyecto sin resultados.....	135

VIII. REFUNDACIÓN. LA NUEVA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA DE 1870	137
VIII.1. La nueva organización	138
VIII.2. De nuevo en la brecha	140
IX. OTRA VUELTA DE TUERCA. LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA Y LA JUNTA SUPERIOR FACULTATIVA DE MINERÍA (1873-1910)	145
IX.1. Manuel Fernández de Castro: el artífice del éxito	153
IX.2. Compañeros de viaje: Lucas Mallada y Daniel de Cortázar	157
IX.3. Memorias, bosquejos y reseñas	164
IX.4. Estrechando relaciones con los geólogos portugueses	172
IX.5. La Exposición Nacional de Minería de 1883	179
IX.6. La Exposición Histórico-Americana de 1892	182
IX.7. Cambiando de estructura: el nuevo Instituto Geológico de España	186
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	189
APÉNDICES	201
Apéndice I. Cronología	205
Apéndice II. Diccionario biográfico	217
Apéndice III. Presidentes del Consejo de Ministros; ministros de Comercio, Instrucción y Obras Públicas y ministros de Fomento (1849-1910)	235
Apéndice IV. Disposiciones relevantes sobre la Comisión del Mapa Geológico de España y las Brigadas Geológicas de la Junta General de Estadística	245
Apéndice V. Selección de documentos de la Biblioteca del Instituto Geográfico Nacional, del Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y del Archivo Histórico del Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG, Portugal)	269
Apéndice VI. Tablas 8 a 13	305
ÍNDICES	313
Índice de tablas	315
Índice de figuras	316
Índice onomástico	317