

INSTITUTO
GEOLÓGICO
Y MINERO
DE ESPAÑA

175

AÑOS

Edición de
ISABEL RÁBANO y ÁNGEL SALAZAR

INSTITUTO
GEOLÓGICO
Y MINERO
DE ESPAÑA

175 AÑOS



INSTITUTO
GEOLÓGICO
Y MINERO
DE ESPAÑA

175 AÑOS

Edición de
ISABEL RÁBANO y ÁNGEL SALAZAR

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Madrid, 2024

La versión electrónica de este libro está disponible en acceso abierto en editorial.csic.es y se distribuye bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución-Non Comercial-No Derivadas 4.0. La información completa sobre dicha licencia puede ser consultada en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Esta licencia afecta solo al material original del libro. El uso del material proveniente de otras fuentes (indicadas en las referencias), como diagramas, ilustraciones, fotografías o fragmentos de textos, requerirá permiso de los titulares del *copyright*.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

CÓMO CITAR:

Instituto Geológico y Minero de España: 175 años / Isabel Rábano y Ángel Salazar (eds.).
Madrid: CSIC, 2024.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado: <https://cpage.mpr.gob.es>

EDITORIAL CSIC: <http://editorial.csic.es> (correo: publ@csic.es)

© CSIC, 2024

© Isabel Rábano y Ángel Salazar, eds.

© De las ilustraciones, las fuentes mencionadas a pie de figura

ISBN: 978-84-00-11309-4

e-ISBN: 978-84-00-11310-0

NIPO: 155-24-163-0

e-NIPO: 155-24-164-6

Depósito Legal: M-15775-2024

CORRECCIÓN Y COORDINACIÓN EDITORIAL

María Sánchez Luque

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Lacasta Design

FOTOMECÁNICA

Lucam

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN

Anzos, S. L.

Impreso en España. *Printed in Spain*

En esta edición se ha utilizado papel ecológico sometido a un proceso de blanqueado ECF, cuya fibra procede de bosques gestionados de forma sostenible.



PRESENTACIÓN	
Eloisa del Pino	
Presidenta del CSIC	12
PRESENTACIÓN	
Ana María Alonso Zarza	
Directora del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), CSIC	14
PRÓLOGO	
Isabel Rábano y Ángel Salazar	16
PERFILES ACADÉMICOS	18
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: UNA HISTORIA DE 175 AÑOS	
Isabel Rábano, Ángel Salazar	39
LA EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DEL SUELO Y DEL SUBSUELO	113
1. El mapa geológico de España a escala 1:400 000 de 1889	
Isabel Rábano	114
2. Un cambio de escala: los primeros mapas geológicos 1:50 000 (1927-1928)	
Ángel Salazar, Alejandro Robador	118
3. Los inicios de la prospección geofísica en España. La Sección de Trabajos de Geofísica del Instituto Geológico y Minero de España	
Félix M. Rubio, Juliana María Martín León, Arturo García García	122
4. El IGME y el proyecto de túnel submarino del estrecho de Gibraltar	
Jorge Navarro Comet	126
5. Los inicios de la investigación y la cartografía geológica marina en el IGME	
Teresa Medialdea, Luis Somoza, Francisco Javier González	132
6. Treinta años de cartografía geofísica en la zona económica exclusiva española: un modelo de colaboración interinstitucional	
Adolfo Maestro, María Druet, Estefanía Llave, Fernando Bohoyo	138
7. Cartografía geomorfológica: inicio y desarrollo en el IGME	
Augusto Rodríguez, Ángela Suárez, Ángel Salazar, Ángel Martín-Serrano	144

8. El mapa geológico en el siglo XXI Alejandro Robador, María Mancebo	150
9. Un cuarto de siglo de investigaciones paleomagnéticas en el IGME Emilio Pueyo, Tania Mochales, Juan C. Larrasoña, Ruth Soto, Pablo Calvín, Esther Izquierdo Llavall, Pablo Sierra Campos, Bet Beamud, Manuel J. Montes	156
10. Una mirada al futuro de la paleontología Samuel Zamora, Enrique Peñalver	162
11. Desarrollo y aplicación de la modelización geológica 3D en el IGME Carlos Marín Lechado, Carmen Rey Moral, Ana Ruiz Constán, Antonio Pedrera, Beatriz Benjumea	166

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	171
1. La hidrogeología española durante el primer tercio del siglo XX Juan José Durán Valsero, Raquel Morales García	172
2. Los grandes proyectos hidrogeológicos de la cuenca del Guadalquivir (FAO-IGME) y del sistema Cazorla-Hellín-Yecla Jorge Hornero, Juan Carlos Rubio, Carlos Mediavilla	176
3. Los planes nacionales de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), de Gestión y Conservación de los Acuíferos (PGCA) y de Abastecimiento a Núcleos Urbanos (PANU) José M.º Ruiz Hernández, Juan Antonio López Geta	180
4. Las redes de observación y vigilancia de las aguas subterráneas Jorge Jiménez Sánchez, Jorge Enrique Hornero Díaz, Olga García Menéndez, Juan de Dios Gómez Gómez, Carlos Camuñas Palencia	184
5. La unidad del IGME para el estudio de formaciones geológicas de baja permeabilidad Juan Grima, Miguel Mejías	188
6. La Sección de Sondeos y Aforos del IGME (1945-1999) Sergio Martos-Rosillo, Carolina Guardiola-Albert, Raquel Morales García, José Antonio Domínguez Sánchez, Antonio Nicolás Martínez Sánchez de la Nieta	192
7. Sequías. La contribución del IGME para paliar sus efectos Bruno J. Ballesteros-Navarro, Juan C. Rubio-Campos, José A. Domínguez-Sánchez, Elisabeth Díaz-Losada, José M. Fernández-Portal	196
8. Uso conjunto y recarga artificial Juan de Dios Gómez, Jose Manuel Murillo, Jose Antonio de la Orden, David Pulido-Velázquez, Sergio Martos-Rosillo y Jorge Jódar	200
9. El IGME y la planificación hidrológica española José Manuel Murillo, Ramón Aragón, Bruno J. Ballesteros	204

10. La hidrogeología ambiental: humedales y espacios naturales protegidos	Javier Heredia Díaz, Miguel Mejías Moreno, Carolina Guardiola-Albert, Juan José Durán Valsero, Luis Moreno Merino, Fernando Ruiz Bermudo, Rosa Mediavilla López, Héctor Aguilera Alonso, Almudena de la Losa Román, Raquel Morales García	208
11. La hidrogeología española en los inicios del siglo XXI	Emilio Custodio, Bruno J. Ballesteros, Juan María Fornés	214
12. Cambio climático y aguas subterráneas	David Pulido-Velázquez, Antonio Juan Collados Lara, Juan de Dios Gómez Gómez, Leticia Baena Ruiz, África de la Hera Portillo	218

LOS RECURSOS GEOLÓGICOS	223	
1. El papel del IGME en el descubrimiento, investigación y explotación de la cuenca potásica catalana (1914-1932)	Jorge Navarro Comet	224
2. El IGME y los inicios de la exploración de hidrocarburos en España	María del Mar Corral Lledó, M.ª Elena Galindo Rodríguez, Carlos Ontiveros Beltranena, Bruno Martínez Plédel	230
3. Pasado, presente y futuro de las aguas minerales y termales	Ester Boixereu	236
4. La cartografía metalogenética (1969-1971) como instrumento para el desarrollo	Celestino García de la Noceda Márquez	240
5. Los inicios de la investigación de los recursos geotérmicos en España: el papel del IGME	José F. Mediato Arribas, José Luis García Lobón, Paula Fernández-Canteli Álvarez, Edgar Berrezueta Alvarado, Jesús García Crespo	246
6. El plan de selección y caracterización de estructuras favorables para almacenamiento geológico de CO ₂ en España	Enrique Díaz-Martínez	252
7. El Inventario Español de Lugares de Interés Geológico	Juanita Vegas, Luis Carcavilla, Enrique Díaz-Martínez	256
8. El Atlas Geoquímico de España	Juan Locutura Rupérez, Alejandro Bel-lan Ballester, Iván Martín-Méndez	260
9. La exploración de recursos minerales submarinos	Francisco Javier González, Luis Somoza, Teresa Medialdea, Egidio Marino	266
10. Recursos geológicos y canteras históricas, una contribución a la investigación del patrimonio arquitectónico español	Enrique Álvarez Areces, Jorge Fernández Suárez, Javier Martínez Martínez, José Manuel Baltuille Martín, María Teresa López López	270

TIERRA DINÁMICA: PELIGROS GEOLÓGICOS Y CAMBIOS CLIMÁTICOS	275
1. El sismógrafo no es suficiente: los efectos geológicos y arqueológicos de los terremotos Miguel Ángel Rodríguez-Pascua, Raúl Pérez López, María Ángeles Perucha, Pablo G. Silva	276
2. Del tarquín de las riadas a los mapas previsores de inundaciones Andrés Díez Herrero, Miguel Llorente Isidro, María Ángeles Perucha Atienza, Mario Hernández Ruiz	282
3. Hacia una ciencia integral del riesgo de inundación Andrés Díez Herrero, Ana Lucía Vela, Daniel Vázquez Tarrío, Kelly Patricia Sandoval Rincón	288
4. El estudio de los deslizamientos en el IGME Mercedes Ferrer Gijón	294
5. Entre volcanes: desde las Antillas a Filipinas pasando por Canarias Nieves Sánchez	300
6. La vigilancia de los peligros geológicos desde el espacio Rosa María Mateos, Marta Béjar-Pizarro, Guadalupe Bru, Pablo Ezquerro, Juan López-Vinielles, Carolina Guardiola-Albert, Gerardo Herrera	304
7. Del estrato a la micromuestra: la integración de escalas en los estudios paleoclimáticos Rosa M.ª Mediavilla López, Susana Martín Lebreiro, Idoia Rosales Franco	308
UNA INSTITUCIÓN CON VOCACIÓN INTERNACIONAL	313
1. Antártida: cuatro décadas de investigaciones científicas del IGME en el continente helado Fernando Bohoyo, Manuel J. Montes, Adolfo Maestro, Alejandro Robador	314
2. El desarrollo de la geología y la minería en la República Dominicana como ejemplo de la acción internacional del IGME en Iberoamérica Javier Escuder Viruete	320
3. Diplomacia científica: el IGME en el proceso de ampliación de la plataforma continental de España ante la ONU Luis Somoza, Teresa Medialdea, Francisco Javier González	324
4. La cooperación internacional para el desarrollo Jose Luis García Aróstegui, Enrique Díaz-Martínez, Juan María Fornés Azcoiti, Juan José Durán Valsero	328
5. Resultados del Plan Nacional de Geología en la zona UTE-PLANAGEO, suroeste de Angola: series cartográficas y trabajos específicos José Luis García Lobón, Enrique Merino Martínez, Javier Escuder Viruete, Raquel Martín Banda, Jorge Fernández Suárez	332

SOPORTES DE LA INVESTIGACIÓN
Y DE LA DIVULGACIÓN EN GEOCIENCIAS

339

1. Creación del Laboratorio de Espectroscopía del IGME (1928)
Jesús Reyes Andrés 340
2. Utilización en los laboratorios del IGME de nuevas técnicas geoquímicas en España: microsonda electrónica (1967) y datación isotópica (1969)
José López Ruiz, Jesús García Garzón, Martín Fernández González,
Jesús Reyes Andrés 344
3. Fósiles y mapas: el Laboratorio de Paleontología (1927-1970)
Isabel Rábano 348
4. La Litoteca del IGME
M. Pilar Mata, J. Javier Muñoz, Clemente Molina 352
5. Del mapa tradicional a los servicios de mapas: del papel a la nube
Leticia Vega, Teresa Orozco, Juan A. Rodríguez, César Husillos,
Ángel Prieto 356
6. Del cuaderno de campo a las infraestructuras de conocimiento geológico
Ángel Prieto Marín, Carlos Lorenzo Carnicero, M. Teresa Lopez Bahut,
Silvia Cervel de Arcos, Cesar Husillos Rodríguez,
Margarita P. Sanabria Pabón, Miguel Angel Alarcón Frías,
Juan C. Gumiell Gutiérrez, J. Román Hernández Manchado 360
7. 1926 y 1989, dos años clave en la historia del Museo Geominero
Isabel Rábano, Ana Rodrigo 364
8. Un yacimiento paleontológico y una nueva infraestructura para el IGME en el siglo XXI: Fonelas P-1 y la Estación Paleontológica Valle del Río Fardes
Alfonso Arribas, Guiomar Garrido 368
9. Fósiles, minerales y rocas con derecho a réplica
Eleuterio Baeza, Ana Rodrigo 372
10. Una biblioteca singular dedicada a las ciencias de la Tierra
Rafael Rodríguez Rodríguez 376
11. La decana de las revistas de ciencias de la Tierra en España:
el Boletín Geológico y Minero
Isabel Rábano, Andrés Díez Herrero, Juan José Durán Valsero 380

APÉNDICES

385

1. Principales normas jurídico-administrativas que han afectado al IGME desde su fundación en 1849 hasta la actualidad
(recopiladas por Ángel Salazar & Isabel Rábano) 386
2. Legislación y normativa relativas a la hidrogeología en la historia del IGME
(recopiladas por Juan María Fornés Azcoiti & Juan Antonio López Geta) 398

PRESENTACIÓN

Celebrar los 175 años de vida de una institución pública dedicada a la investigación científica y tecnológica supone un orgullo y un motivo de legítima satisfacción para todas las personas que han contribuido a esta larga y fructífera trayectoria. Supone también un desafío de presente y de futuro, un reto diario por seguir realizando un trabajo científico de excelencia, por continuar alcanzando hitos y aportando conocimientos fundamentales para que los responsables públicos puedan adoptar las buenas decisiones públicas que, en la actualidad más que nunca, nuestra sociedad necesita.

El origen del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es la Comisión para la Carta Geológica de Madrid y la General del Reino, creada por real decreto de Isabel II en 1849. Desde entonces, y tras las numerosas vicisitudes históricas que ha atravesado nuestro país, podemos afirmar que el IGME es uno de los pilares más reconocidos de la ciencia en España.

El IGME es uno de los organismos públicos de investigación, junto con el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), que en 2021 pasaron a integrarse con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) como centros nacionales. Desde entonces, el CSIC ha impulsado más de 100 medidas de política cien-

tífica y de gestión para que los compañeros y compañeras puedan sentir que el CSIC es también la casa del IGME. En 2024, somos ya capaces de ver que el horizonte está cercano. Con la integración del IGME, el CSIC se ha hecho más fuerte en el campo de las ciencias y tecnologías de la Tierra, en un momento en que estas son requeridas por la sociedad para entender mejor el planeta y para atender los desafíos medioambientales, de conservación del patrimonio geológico e hídrico, y los retos derivados del cambio climático, por ejemplo, la búsqueda y consolidación de nuevas fuentes de energía, o el aprovechamiento de los escasos recursos, en particular de los materiales críticos. En este sentido, los grupos de investigación del IGME forman parte activa de las estructuras colaborativas del CSIC, como las plataformas temáticas interdisciplinares Polar, PAIS y Teledetect, y la reciente Conexión Geociencias para un Planeta Sostenible.

Además, la experiencia del IGME en asesoramiento científico a las Administraciones públicas, nacionales e internacionales, ha abierto al CSIC una nueva ventana de oportunidad para reforzar la propia misión del Consejo y el valor social de la ciencia. Un ejemplo de ello, es la contribución del IGME a dos importantes proyectos puestos en marcha entre 2023 y 2024. En Ciencia para las Políticas Públicas (Science for Policy), orientado a que el conocimiento

generado en los centros e institutos del CSIC sirva para la propuesta y, en su caso, adopción de políticas públicas basadas en la evidencia científica, las áreas de conocimiento en las que trabaja el IGME son fundamentales, como demuestran los informes realizados sobre incendios forestales o sequías. Tras la relevante contribución de los investigadores del IGME en la emergencia que supuso el volcán de La Palma, ahora han desempeñado un importante papel en el diseño del nuevo Protocolo de Emergencias, gracias al cual el CSIC estará mejor preparado para asesorar a los gobiernos en estas circunstancias.

En este volumen conmemorativo encontraremos valiosos ensayos sobre la exploración geológica del suelo y el subsuelo, las aguas subterráneas o los recursos geológicos, pero hay un capítulo que me interesa especialmente, el titulado «Tierra dinámica: peligros geológicos y cambios climáticos», en el que se abordan riesgos como las erupciones volcánicas, las riadas, las inundaciones, los terremotos, los deslizamientos o los estudios paleoclimáticos. Es precisamente el dinamismo de nuestro planeta el que nos obliga a estudiar, vigilar y, sobre todo, prevenir estos riesgos. El terremoto de Lorca (Murcia) del año 2011 y la erupción volcánica en la isla de La Palma en 2021 pusieron de manifiesto la necesidad de potenciar el estudio de los peligros debidos a la geodinámica.

Las actividades y proyectos realizados en los últimos años por el IGME no han cesado de incrementarse, así como las técnicas utilizadas, las temáticas que abordan y los lugares donde se desarrollan sus trabajos. Por ejemplo, técnicas como el paleomagnetismo o la geocronología permiten alcanzar actualmente un conocimiento mucho más preciso de la geología; la hidrogeología afronta problemas cada vez más complejos, como la contaminación y calidad del agua subterránea, el cambio climático y la disponibilidad de recursos, o la conservación de humedales y sus hábitats; y en cuanto a los recursos del subsuelo, los nuevos retos son el almacenamiento de CO₂ o de hidrógeno y la localización de yacimientos de materias críticas minerales.

El campo de trabajo del Instituto Geológico y Minero de España es amplísimo, casi inagotable. Cumple ahora 175 años de vida y trabajos, pero estoy segura de que el futuro será aún más largo, productivo, exitoso y concienciado con nuestra realidad y nuestra necesaria transición ecológica. En el camino que empezamos a recorrer a partir de ahora, a todas las personas que forman el IGME, les transmito mis mejores deseos y les garantizo el apoyo incondicional de esta presidencia.

ELOÍSA DEL PINO
Presidenta del CSIC

PRESUPUESTO

El 12 de julio de 1849 la reina Isabel II firmó el Real Decreto por el que se creaba la Comisión para la Carta Geológica de Madrid y la general del Reino para avanzar en el conocimiento de los recursos de nuestro país y posibilitar así el desarrollo económico. Se cumplen, pues, 175 años de la creación del embrión del IGME, que celebramos con la edición de este libro. La evolución histórica de la institución, entre 1849 y 2024, queda perfectamente recogida en el primer capítulo de este libro. La obra reúne los hitos y logros más significativos del IGME a lo largo de sus 175 años de historia, todos ellos de gran interés y perfectamente descritos, quedando patente la vocación de servicio público en geología y minería que ha tenido la institución desde sus inicios. Una prueba de ello es la concesión de la medalla al Mérito de Protección Civil por la actuación del personal del IGME en la emergencia volcánica de La Palma.

A escala de tiempo humano 175 años son muchos, a escala de tiempo geológico aparentemente nada, pero los tiempos están cambiando, el aumento exponencial de la población mundial, el incremento en la explotación de los recursos geológicos y la enorme necesidad que tiene el ser humano de ellos nos ha llevado a un momento crítico. La humanidad está acelerando los procesos geológicos, no sabemos si tendremos suficientes recursos, y somos a la vez protagonistas y causantes del cambio global que está sufriendo nuestro planeta y quizás también de lo que se viene denominando *sexta extinción*. ¡Parece que el tiempo en geología ya no es lo que era!

En este contexto de cambio global y de una enorme interrelación de todos los procesos a escala mundial, el conocimiento científico multidisciplinar de nuestro planeta es una pieza clave para abordar la denominada *transición ecológica*, en la que el IGME como centro nacional del CSIC tiene mucho que decir, como lo ha hecho a lo largo de estos 175 años. Este año el IGME ha recibido el distintivo ASPIRA-MaX Josefa Barba para incentivar a la institución a elaborar y poner en marcha un plan estratégico de excelencia, en el que se encuadra el proyecto piloto denominado *Geología para la Transición Ecológica*, con el que se pretende aportar herramientas para la gestión sostenible del territorio. Pero el IGME no está solo en esto; la Conexión Geociencias para un Planeta Sostenible, recientemente creada dentro del CSIC, y el entorno multidisciplinar que nos proporciona la integración en la mayor institución pública científico-técnica del país juegan a nuestro favor para hacer que el conocimiento científico riguroso de nuestro planeta aporte soluciones a nuestra sociedad.

Nos encontramos, por tanto, en un nuevo marco de actuación más amplio y diverso, en el que las actividades científicas tienen un papel relevante, pero sin perder de vista el carácter de servicio técnico de referencia y soporte para determinadas políticas estatales que tiene el IGME como centro nacional. Desde este punto de vista, en los próximos años el IGME tiene como reto el asesoramiento al Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico en dos planes de acción, el de las Materias Primas Minerales

y el de Aguas Subterráneas, en los que participa de forma muy activa desde el año 2022.

Tengo el orgullo de presentar este libro en el que se muestra cómo el conocimiento geológico y minero, y la experiencia del IGME a lo largo de 175 años han contribuido y están contribuyendo a avanzar hacia un futuro sostenible y un planeta habitable. Desde sus inicios y hasta ahora, el IGME se ha caracterizado por tener una visión aplicada y una clara vocación de servicio público, aportando conocimiento y soluciones para esta transición ecológica y para el bienestar de la sociedad, y como tal queda plasmado en este volumen conmemorativo. Quiero agradecer a los editores, Isabel Rábano y Ángel Salazar, el excelente trabajo de coordinación y edición, a Editorial CSIC por el entusiasmo en sacar adelante este libro y, por supuesto, a todas las personas que han contribuido a este volumen.

ANA MARÍA ALONSO ZARZA
Directora del Instituto Geológico y Minero
de España (IGME), CSIC

PRÓLOGO

Presentar este libro significa buscar una respuesta a la pregunta ¿qué es lo que lo hace diferente con respecto a otras obras previas sobre la historia del Instituto Geológico y Minero de España? Las personas que lean este libro son quienes deben dar esa respuesta, pero trataremos de sintetizar a continuación la nuestra.

El primer aspecto que resulta obligado destacar es el de la autoría. Los libros conmemorativos anteriores, con formato de obra colectiva o de obra anónima, fueron diseñados desde los órganos directivos del IGME, se redactaron por los propios miembros de la directiva con la colaboración de un reducido grupo de autores seleccionados. Aunque el formato de este libro sigue siendo el de una obra colectiva, hemos tratado de dotarlo de un cierto carácter coral, dando voz a una pluralidad de autoras y autores que, en su mayoría, son protagonistas o herederos de lo narrado. Esperamos haberlo conseguido.

Escribir la historia de 175 años de una institución como el IGME es, sin duda, un juego de luces y sombras. En este y en todos los libros de contenido histórico hay episodios claros y otros más oscuros, ya sea porque los autores no han sabido iluminarlos o porque no han podido o no han querido hacerlo. En todo relato histórico hay momentos en que la parcialidad o la arbitrariedad humana se imponen. La tentación de obviar lo que ahora no interesa, no gusta, es molesto o conflictivo, volver a pasar de puntillas sobre los pasajes tenebrosos, hacer como si no hubiesen existido, es inevitable. Hemos tratado de no caer en esa tentación y revisar la historia de la institución de manera global y ob-

jetiva, incluyendo lo ocurrido durante la Guerra Civil y los complicados años del primer franquismo. Si la lectora o el lector echa algo de menos, será por nuestra torpeza o por ausencia de datos, no por falta de voluntad.

La historia de las últimas décadas se ha escrito pensando sobre todo en nuestras compañeras y en nuestros compañeros más jóvenes del IGME. Lo que es obvio para las personas más veteranas resulta desconocido para las más noveles, o está tratado en otras obras de un modo marcadamente presentista, más próximo a la propaganda institucional o a la planificación estratégica que al relato objetivo. Así, por ejemplo, el personal más joven de la institución desconoce qué ocurrió con la primera Comisión del Mapa Geológico, creada en 1849 y disuelta en 1859, para fracasar en su intento de construcción del mapa; qué era la desaparecida Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S. A. y su estrecha vinculación con el IGME, o cómo y cuándo se gestaron los Planes de Desarrollo Económico y Social durante la segunda mitad del siglo xx y el impacto que produjeron en las actividades del organismo.

En los siguientes capítulos del libro se presentan diferentes actividades realizadas por la institución y agrupadas según el objetivo principal de los trabajos. Tratar de presentar todas las actividades desarrolladas por el IGME a lo largo de sus 175 años de historia requeriría de una ardua labor de investigación y ocuparía varios volúmenes. Un objetivo tan ambicioso y enciclopédico supera la capacidad de los editores. Por ello, en lugar de pretender un compendio enciclopédico de lo realizado, se ha optado por presentar una

muestra, que esperamos sea la adecuada para apreciar y valorar convenientemente el trabajo científico-técnico realizado por nuestros predecesores y el compromiso actual del personal de la institución para continuar con la labor.

Se ha procurado que en esa muestra estén representadas las actividades tradicionales del IGME y por las que es más conocido, como son la cartografía geológica, la explotación minera y las aguas subterráneas, pero también algunos trabajos igualmente importantes pero quizás menos conocidos por el público, como la exploración geológica del túnel del estrecho de Gibraltar, la investigación geológica de los lechos marinos, el paleomagnetismo, la hidrogeología en humedales y espacios naturales protegidos, la geotermia, el almacenamiento subterráneo, los estudios de la peligrosidad geológica, el patrimonio geológico, las nuevas tendencias en las investigaciones paleontológicas o las actividades desarrolladas por el IGME fuera de nuestras fronteras.

La investigación en ciencias de la Tierra, como en cualquier otra rama del saber, requiere de la existencia de unas infraestructuras básicas de apoyo, sin las cuales dicha investigación sería inviable y sus resultados se hubieran perdido para siempre. No podía faltar en este libro un apartado dedicado a ellas que, además de las tradicionales, como los laboratorios, el museo y la biblioteca, incluyen en la actualidad los sistemas de información o la litoteca.

En este libro han participado un total de ciento cuarenta y una personas, entre las que se cuentan cuarenta y seis mujeres y noventa y cinco hombres. La mayoría son o han sido

personal del IGME, algunos recientemente jubilados; pero han participado también miembros de otras organizaciones, cuyas contribuciones han resultado siempre imprescindibles para nuestra institución. A todas ellas deseamos agradecer sinceramente su entusiasmo y su colaboración. Sin ellas este libro no hubiera sido posible.

Son varias las personas del IGME que han apoyado de una forma especial a los editores; sin su generosa ayuda nunca se hubiera podido culminar esta tarea. En este sentido vaya nuestro reconocimiento a Bruno Ballesteros Navarro, Juan José Durán Valsero, Juan María Fornés Azcoiti, Juan Antonio López Geta, María Teresa López López, M. Pilar Mata Campo (¹), Rosa María Mateos Ruiz, José Francisco Mediato Arribas, David Pulido Velázquez y Ruth Soto Marín. A Ángel García Cortés agradecemos especialmente la lectura crítica del capítulo dedicado a la historia de los 175 años del IGME; sus comentarios y sugerencias han sido esenciales para corregir algunos errores y añadir datos. Queremos expresar también nuestra gratitud al equipo de Editorial CSIC por el interés con que acogió nuestra propuesta. Su directora, Pura Fernández Rodríguez, así como Enrique Barba Gómez y María Sánchez Luque han llevado a cabo una meticulosa producción editorial. Finalmente, agradecemos a Ana María Alonso Zarza, directora del IGME, la confianza que depositó en nosotros al encarnetarnos la coordinación del presente volumen.

ISABEL RÁBANO
ÁNGEL SALAZAR

8. UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO
Y UNA NUEVA INFRAESTRUCTURA
PARA EL IGME EN EL SIGLO XXI:
FONELAS P-1
Y LA ESTACIÓN PALEONTOLÓGICA
VALLE DEL RÍO FARDES

El yacimiento paleontológico Fonelas P-1 (Fonelas, Granada) fue descubierto en el año 2000 por Gilberto Martínez (†2023) e iniciada su excavación sistemática e investigación en 2001 a través de un programa integral de investigación (el yacimiento y su contexto geológico regional en la cuenca de Guadix-Baza, Hoya de Guadix), por un equipo financiado y dirigido desde el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Ya en la primera campaña de campo se evidenció la singularidad de su registro fósil y su interés científico, técnico y patrimonial (Arribas *et al.*, 2001). Dado el posible potencial del yacimiento debido a la presencia de excepcionales y abundantes huesos fosilizados, su elevada diversidad taxonómica, su cronología relativa —no representada en el Pleistoceno inferior español— y su posición en la propia cuenca, se becó desde el IGME e inició una tesis doctoral sobre paleontología sistemática de los macromamíferos del yacimiento (Garrido, 2006), y en el año 2002 se iniciaron las negociaciones con los propietarios en la idea de adquirir el yacimiento con el fin de realizar desarrollos científico-técnicos de utilidad pública. En esos años también comenzamos, en colaboración con el Grupo de Desarrollo Rural Comarca de Guadix y su gerente, Juan José Manrique, los trabajos científico-técnicos conducentes a la propuesta de un Geoparque de la UNESCO en este ámbito geográfico de la provincia de Granada, por sus excepcionales valores geológicos, paleontológicos y paisajísticos en relación con el registro del Cuaternario.

Los resultados de la primera década de actividades permitieron: el conocimiento paleontológico integral del yacimiento, con la identificación de veinticuatro especies

de grandes mamíferos, algunas de ellas ignotas en nuestras latitudes o nuevas para la ciencia, y la datación del sitio mediante el análisis bioestratigráfico (Garrido, 2006; Arribas, 2008); el establecimiento de su estratigrafía y modelo sedimentológico a través de una asistencia técnica del IGME con la Universidad de Granada; y el estudio magnetoestratigráfico del contexto geológico del yacimiento y su entorno en la Hoya de Guadix (a través de una asistencia técnica del IGME con la Universidad de Barcelona), estudios estos últimos que permitieron ubicar este extraordinario ecosistema extinto en una antigüedad de 2 Ma. El conjunto de información relevante del sitio ha permitido reevaluar las dispersiones faunísticas de grandes mamíferos en el Pleistoceno inferior del Viejo Mundo y plantear una novedosa hipótesis sobre las mismas, centrando su cronología entre 2,1-2,0 Ma de antigüedad (Arribas *et al.*, 2009).

Así mismo, en estos años se desarrolló una exposición itinerante sobre el proyecto, se trabajó de forma intensa en los aspectos patrimoniales del yacimiento (en el año 2007 Fonelas P-1, que ya figuraba en el Inventario Andaluz de Georesursos, es incluido en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico [<http://info.igme.es/ielig/>]), y catalogado como *global geosite* del contexto «Yacimientos de vertebrados del Plioceno y Pleistoceno españoles» (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad, BOE, n.º 299, de 14.12.2007) y, definitivamente y tras siete años, se autorizó por parte del IGME la adquisición del yacimiento como parte de una finca destinada a ser «zona de reserva geológica de la Cuenca de Guadix», compra ejecutada en el año 2010 |fig. 1|.



Figura 1. El 28 de diciembre del año 2010 tuvo lugar, en Guadix, la adquisición por parte del IGME de la finca de 25 ha en la que se ubica el yacimiento de Fonelas P-1. En la Notaría, junto a las familias vendedoras, Carrión y Gómez, se encuentra sentada (con chaqueta blanca) la primera mujer que dirigió el IGME (entre 2010 y 2012), la Dra. Rosa de Vidania Muñoz, quien decidió realizar esta adquisición de patrimonio geológico y creyó en esta nueva idea de desarrollo. A la izquierda de la mesa está el Dr. Arribas. (Archivo A. Arribas).

Una vez la finca fue propiedad estatal, en 2011 se nomina como *Estación Paleontológica Valle del Río Fardes* (EPVRF) y se planifican distintas fases de su desarrollo, de las cuales se ha ejecutado la primera y más importante, relacionada con la geoconservación y puesta en valor del *global geosite* (VPO14) Fonelas P-1: el Centro Paleontológico Fonelas P-1 (CPFP-1). Para ello, en 2012 el IGME acondicionó la parte superior del yacimiento a través de un movimiento de tierras (1174 metros cúbicos de rocas estériles evacuadas, un metro por encima de la unidad fosilífera situada en la cota 927 m. s. n. m.), se instaló una empalizada externa de protección frente a riesgos geológicos, se diseñó un proyecto de obra (básico y de ejecución) y se adquirió equipamiento técnico, científico y energético —energías renovables solar y minieólica— para dotar al futuro CPFP-1.

También en este año, se solicita una subvención de 460 793,51 € al Grupo de Cooperación provincial de Granada para la construcción del Centro Paleontológico Fonelas P-1 (instalación prefabricada). El 19 de diciembre de 2012 se aprueba la totalidad de la subvención solicitada por el IGME en el marco de la EPVRF, para la construcción de una protección (cubierta, envolvente y paramentos) de parte de la superficie de excavación de Fonelas P-1, que permita un cerramiento del yacimiento, para garantizar su protección de los agentes atmosféricos y biológicos, así como albergar actividades de investigación paleontológica, divulgación y

docencia. Esta subvención es aprobada por parte del Grupo de Cooperación de la provincia de Granada (Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural) en la categoría Protección y Conservación del Patrimonio Cultural, y es cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y la Junta de Andalucía. La infraestructura generada por medio de esta financiación, ejecutada durante el año 2013, constituye el Centro Paleontológico Fonelas P-1 (1020 m² de superficie protegida, |fig. 2|) y representa la primera fase de la Estación Paleontológica Valle del Río Fardes.

En 2014 el IGME (la EPVRF bajo la dirección científica de Alfonso Arribas) define, dota de contenidos, diseña y financia la museografía del Centro Paleontológico (encargando la ejecución material mediante asistencia técnica). Durante ese año y el siguiente se desarrolla la nueva página web IGME de la Estación Paleontológica Valle del Río Fardes (<https://www.igme.es/epvrf/estacion>). De forma paralela, entre los años 2015 y 2018, desde la EPVRF se configura y define técnicamente (y se recaba apoyo social e institucional) lo que será el Geoparque de Granada (initialmente nominado Geoparque del Cuaternario Valle del Norte de Granada).

En el año 2016 (noviembre) desde el IGME se destina a un titulado superior a la EPVRF, que está activo como responsable de campo hasta noviembre de 2022. En 2018 se inicia el inventario biológico (zoología y botánica) y la mo-



Figura 2. Vista externa (2022) de la fachada principal del Centro paleontológico Fonelas P-1 en la finca de la Estación Paleontológica Valle del Río Fardes, en Fonelas (Granada). En el camino de acceso en la finca del IGME se sitúa el panel del Geoparque de la UNESCO de Granada (Granada UGGp) sobre el yacimiento paleontológico Fonelas P-1. (Archivo A. Arribas).

nitorización ambiental de la EPVRF. En 2019 se desarrollan la ruta geológica de campo de la EPVRF y el módulo divulgativo Historia de la Tierra y de la Vida (de nuevo, desde la EPVRF se definen, dotan de contenidos y diseñan; estas actuaciones, que son cofinanciadas por el IGME y la Diputación de Granada). Y a finales de 2022 se incorpora, también como responsable de campo, una ayudante de investigación.

Este conjunto de trabajos y productos (Arribas *et al.*, 2021) es lo que hace que hoy día Fonelas P-1, como patrimonio geológico (*geosite*), sea parte del patrimonio del Estado, constituya un ejemplo de geoconservación y exista una estación paleontológica de campo asociada al mismo, la EPVRF, dando servicio a la sociedad desde el mundo rural, permitiendo la transferencia del conocimiento generado por las ciencias geológicas, desde el IGME del CSIC, en el ámbito de un geoparque mundial de la UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, A. (Ed.). (2008). *Vertebrados del Plioceno superior terminal en el suroeste de Europa: Fonelas P-1 y el Proyecto Fonelas*. Instituto Geológico y Minero de España.
- ARRIBAS, A., GARRIDO, G., VISERAS, C., SORIA, J. M., PLA, S., GARCÍA, J., GARCÉS, M., BEAMUD, E., & CARRIÓN, J. S. (2009). A mammalian lost world in southwest Europe during the Late Pliocene. *PLoS ONE*, 4(9), e7127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007127>
- ARRIBAS, A., RIQUELME, J. A., PALMQVIST, P., GARRIDO, G., HERNÁNDEZ, R., LAPLANA, C., SORIA, J., VISERAS, C., DURÁN, J. J., GUMIEL, P., ROBLES, F., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., & CARRIÓN, J. (2001). Un nuevo yacimiento de grandes mamíferos villafranquenses en la Cuenca de Guadix (Granada): Fonelas P-1, primer registro de una fauna próxima al límite Plio-Pleistoceno en la Península Ibérica. *Boletín Geológico y Minero*, 112(4), 3-34.
- ARRIBAS HERRERA, A., GARRIDO ÁLVAREZ, G., GARRIDO GARCÍA, J. A., GARCÍA TORTOSA, F. J., & MEDIALDEA PÉREZ, C. (2021). Quaternary large mammals from the Granada Geopark: A magnificent record with examples of geoconservation. *Geoconservation Research*, 4(2), 663-674. <https://doi.org/10.30486/gcr.2021.1929773.1093>
- GARRIDO, G. (2006). Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada) [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.

Editada bajo la supervisión de Editorial CSIC,
esta obra se terminó de imprimir en Madrid
en julio de 2024



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

EDITORIAL
CSIC

IGME 175^{AÑOS}
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA 1849-2024

