

## In Memoriam. Andrés Pérez Estaún (1947-2014)

El 13 de agosto de 2014 falleció en Oviedo, de forma inesperada, Andrés Pérez Estaún, Profesor de Investigación del Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera” del CSIC (Barcelona), cuando se encontraba en plena y aparentemente exitosa recuperación de una larga enfermedad.

Finalizó su licenciatura en ciencias geológicas en 1970 en la Universidad de Oviedo y continuó como profesor en el entonces Departamento de Geomorfología y Geotectónica de dicha universidad. En 1974, obtuvo el título de Máster en Ciencias por la Universidad de Londres y Diploma del Imperial College. Su estancia en Londres tuvo una gran trascendencia en el Departamento, incentivando el desarrollo de seminarios y discusiones que motivaron un cambio en el modo de ver la geología estructural dentro del mismo. Dicha estancia marcó además el origen de fructíferas relaciones internacionales y motivó numerosas visitas de investigadores extranjeros para conocer la geología del NO de la Península, lo que a la vez dio lugar a una substancial mejora del conocimiento que el grupo de Oviedo poseía de este sector del orógeno Varisco. Con ello, diversas localidades de este orógeno se convirtieron en una referencia internacional, cuya visita ha sido y sigue siendo realizada por numerosos geólogos de todo el mundo.



Un buen reflejo posterior de estas relaciones internacionales fue la organización de la “Conference on Deformation and Plate Tectonics” que se celebró en Gijón en 1987 y de la que Andrés fue Presidente del Comité Organizador.

Su tesis doctoral, defendida en la Universidad de Oviedo en 1975 y publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en 1978, abordó la geología regional de la rama sur de la Zona Asturoccidental-leonesa, aportando una cartografía geológica de una extensa área, ya que la tesis ocupaba la mitad occidental de la provincia de León. Este trabajo permitió establecer las bases del conocimiento moderno de la estratigrafía, estructura y metamorfismo de esta zona del orógeno Varisco. La metodología aprendida durante su estancia en Londres quedó reflejada en su tesis por el innovador análisis que hizo de las estructuras menores de la zona estudiada. Posteriormente, la desinteresada ayuda de Andrés fue necesaria para que las siguientes tesis leídas en el departamento vieran la luz con la buena influencia de las nuevas corrientes de la geología estructural.

En los años setenta, el departamento de Geomorfología y Geotectónica de Oviedo disponía de la cartografía geológica de una gran extensión de terreno

de las zonas Cantábrica y Asturoccidental-leonesa, gracias a los numerosos trabajos realizados dentro del departamento y en particular por la gran extensión que abarcaban entonces las tesis doctorales, entre las que la de Andrés ocupaba un lugar destacado. De este modo, la participación de dicho departamento en el la elaboración del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (Plan MAGNA del IGME) en las hojas del NO de la Península fue indispensable. Andrés Pérez Estaún, autor de la cartografía previa de muchas de aquellas hojas, jugó un papel esencial en el desarrollo de dicha empresa. Este gran proyecto cartográfico se continuó con la elaboración de las hojas a escala 1:200.000 de La Coruña y Avilés, publicadas en 1984 y 1991 respectivamente, y de una cartografía geológica de síntesis a escala 1:100.000 de un gran parte de la Zona Cantábrica, publicada en 1989, y que fue el resultado de un convenio entre el Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo y el IGME, cuyo desarrollo fue dirigido por Andrés.

Son muchos y variados los estudios realizados por Andrés Pérez Estaún a lo largo de las décadas de los setenta y de los ochenta. Muchos de ellos se refieren a la estratigrafía y la estructura de la Zona Asturoccidental-leonesa, pero los hay también dedicados o otros problemas, como puede ser el análisis de la relación entre el frente del metamorfismo regional y el frente del desarrollo de la foliación tectónica en la Zona Cantábrica, la cuantificación de la deformación y su distribución en relación con algunos pliegues mayores de dicha zona, el análisis de diversos rasgos geológicos del complejo de cabo Ortegal, la estructura del sinclinal de Almadén, etc. En la década de los ochenta y principios de los noventa, su dedicación se centra en buena medida en el análisis de los cabalgamientos y mantos de la Zona Cantábrica, donde dirige varias tesis. Todos estos estudios le proporcionan un gran conocimiento de las grandes unidades del NO de la Península que le permiten promover varias publicaciones de síntesis sobre la geometría y evolución de la estructura de dicho sector. Particularmente destacable es el estudio sobre la evolución del Arco Astúrico, publicado en 1988, en el que se compara dicha evolución con el cierre de las láminas de un diafragma fotográfico, y el publicado en 1991 sobre la secuencia de formación y el modo de evolución de las estructuras en el NO de la Península.

A principios de los años noventa, Andrés comparte con otros colegas la necesidad de complementar los amplios conocimientos sobre la geología de superficie del NO de la Península, con datos procedentes del subsuelo, lo cual permitirá contrastar las interpretaciones realizadas hasta el momento a partir de datos de superficie con datos obtenidos en profundidad mediante métodos geofísicos. Surge así un proyecto de gran envergadura, el ESCI (Estudios Sísmicos de la Corteza Ibérica), que es dirigido por Andrés en la parte correspondiente al norte del Macizo Ibérico (proyecto ESCIN). El desarrollo de este proyecto representó un importante cambio metodológico en la investigación realizada por Andrés. Se trató de un gran proyecto financiado en gran parte por el Plan Nacional de Recursos Energéticos y cofinanciado por otras instancias, como la Comunidad Europea y el Principado de Asturias. Dentro de este proyecto, se realizaron en el NO de la Península, entre 1991 y 1993, cuatro largos perfiles sísmicos de reflexión profunda, dos por tierra y dos por mar, que aportaron una información ingente sobre la geología del subsuelo de este sector del Macizo Ibérico.

Por esas mismas fechas, surge también el programa EUROPROBE, patrocinado por la Fundación Europea de Ciencia, con el objeto de revelar aspectos clave de la evolución tectónica de Europa e implicando a investigadores de todo el continente, incluidos los de Europa Oriental. Andrés se integra en este programa y, en 1993, organiza una conferencia internacional en Perlorra (Asturias) para contribuir a establecer las bases del mismo. Dentro de EUROPROBE, Andrés fue el investigador responsable de varios proyectos dedicados al conocimiento de la estructura de los Urales. Con estos proyectos, abría nuevos horizontes a su investigación geológica e iniciaba su andadura como Profesor de Investigación en el Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera” de Barcelona, perteneciente al CSIC.

Como Profesor de Investigación en el Instituto Jaume Almera, renueva su esfuerzo para un conocimiento detallado del subsuelo incorporando datos numéricos objetivos, procedentes de métodos y estudios geofísicos. Desde EUROPROBE cataliza proyectos para el estudio del Varisco en Europa, empezando por los Urales. Se gana la complicidad y apoyo de científicos nacionales e internacionales de prestigio y

se inician una serie de proyectos de gran envergadura que eran capaces de dilucidar por primera vez y de una forma muy detallada la arquitectura interna de este orógeno enigmático en varias latitudes. Pone su atención en la geología superficial y profunda, y se revelan por primera vez imágenes de la base de la corteza en el centro y sur de los Urales. Los trabajos desarrollados, fruto de una intensa colaboración con reconocidos centros internacionales de investigación en Ciencias de la Tierra en Europa, Estados Unidos y Rusia tuvieron gran incidencia y encontraron su espacio en revistas de gran impacto, como *Science*. Las condiciones políticas nacidas de la apertura de Rusia hacia Europa incentivaron las relaciones con dicho país y dinamizaron un gran número de programas de colaboración entre el equipo investigador que Andrés dirigía e investigadores rusos. Así se generaron proyectos financiados dentro del programa INTAS.

Su mentalidad abierta y su capacidad de transmisión de ideas incentivaron la generación de grupos de investigación de forma natural y espontánea. De hecho, los que los componíamos no éramos conscientes de que el equipo existía y que éste estaba unido por unos lazos muy fuertes. De eso te dabas cuenta más adelante, cuando te surgía una idea para un proyecto científico e inmediatamente sabías a quien involucrar con la absoluta certeza de que su respuesta sería afirmativa y que colaboraría de forma inmediata.

El interés de Andrés por los procesos orogénicos le llevó a liderar una amplia iniciativa en el Caribe, en particular en la República Dominicana, donde guió y supervisó un sinnúmero de trabajos. Bajo su dirección se generó una amplia y multidisciplinar base de datos, incluyendo mapas, cortes geológicos y datos geofísicos y geoquímicos. Fue el catalizador de una intensa colaboración entre entidades locales de dicho país y grupos nacionales, en particular del IGME, del que llegó a formar parte de su Comité Científico Asesor. Los estudios y trabajos, únicos en su especie, han aparecido publicados en revistas científicas de prestigio e impacto. Andrés era muy consciente de la singularidad del Varisco en la Península Ibérica, por ser la única zona en la que se puede obtener un corte completo del orógeno. Él generó y empujó, dentro de EUROPROBE, un segundo esfuerzo para

desvelar la estructura y evolución del Macizo Ibérico, esta vez en su parte suroccidental, surgiendo así la iniciativa “SW-Iberia”. Ésta consistió en una serie de proyectos financiados conjuntamente por el Plan Nacional de Investigación Español, fondos de consolidación FEDER (EU) y contribuciones de la empresa pública y privada, en particular de ENRESA. De este modo, los estudios multi-sísmicos de alta resolución de la corteza en el suroeste de la Península Ibérica (proyectos IBERSEIS y ALCUDIA) fueron una extensión del ESCIN liderado por Andrés a principios de los 90.

El entusiasmo de Andrés por indagar en las profundidades (a las que él se refería como el infierno, por estar debajo) era altamente contagioso. Con él se movilizó todo un equipo humano que participaba con un entusiasmo sin precedentes en la adquisición de datos de sísmica de reflexión. Los operarios del equipo incluían estudiantes de doctorado en Ciencias de la Tierra de distintas universidades nacionales y extranjeras, científicos de diferentes OPIs y profesores y catedráticos de Universidad, que ponían su tiempo a disposición de un sueño (de hecho no de uno sino de varios). De esta manera, con una financiación muy precaria, se consiguieron adquirir bases de datos únicas, con perfiles profundos de sísmica de reflexión de incidencia normal, perfiles de sísmica de gran ángulo (refracción), transectas de geofísica magneto-telúrica, etc. Todos los datos de una calidad excepcional, y cuya explotación ha tenido y todavía tiene un gran trascendencia e impacto. La generación de esta infraestructura de datos dio lugar a un gran número de publicaciones y tesis doctorales, quizás no dirigidas por él, ya que su generosidad era superlativa, pero a las que contribuyó en un alto grado y que sin su entusiasmo no hubieran sido posibles.

A Andrés le motivaba que su ciencia y sus proyectos fueran útiles para una sociedad en cambio constante. Eso lo demostró claramente tanto en su carrera como docente como en el desarrollo de proyectos con una intensa interacción con agentes sociales, formando y promocionando jóvenes talentos investigadores. En todas sus facetas Andrés ponía sus conocimientos sobre el suelo y subsuelo (geología y métodos geofísicos) a disposición de la sociedad, para contribuir y atender a los desafíos que ésta afronta (el conocimiento, las necesidades energéticas, la gestión del

territorio en superficie y en el subsuelo, la protección del medio ambiente, etc.), incluyendo una gran labor de divulgación, ya que creía muy importante acercar el conocimiento geológico y lo que éste implicaba a todo el mundo.

Denominador común en sus investigaciones fue la necesidad de tener un conocimiento en detalle del subsuelo, involucrando para este fin a diferentes instituciones y empresas, tanto públicas como privadas. En este sentido destaca su estrecha relación con ENRESA, que permitió una simbiosis técnico-científica excepcionalmente creativa y fructífera.

Para la gestión del subsuelo se requiere un conocimiento detallado del mismo que traspasa las fronteras de las distintas disciplinas de las ciencias de la Tierra: geología, hidrología, geoquímica, geofísica, geotecnia etc., de manera que es de fundamental importancia la integración de datos de todas ellas. Esta necesidad la aprovechó Andrés para configurar un nuevo equipo de trabajo multidisciplinar que se dedicó durante varios años al estudio del subsuelo en España, desarrollando distintos aspectos y/o metodologías. Este equipo agrupó a científicos entusiastas de alto nivel de diversas instituciones (el "Equipo A", tal como lo denominaba ENRESA) y fue el principal responsable de un gran número de trabajos sobre el subsuelo poco profundo de nuestro país. Los problemas a investigar eran novedosos, presentaban desafíos científicos y tenían una componente muy importante de desarrollo. De la mano de ENRESA, este complejo grupo llevó a cabo proyectos de caracterización del subsuelo, tanto en medios cristalinos como sedimentarios, donde se integraban las diferentes metodologías. Al igual que las otras iniciativas, ésta dio lugar a sólidas tesis doctorales y artículos científicos. Estos estudios del subsuelo llevaron al improvisado grupo de investigación a atacar también desafíos únicos por su naturaleza, como la caracterización del entorno del túnel de Pajares, construido para el AVE, o del subsuelo de Barcelona para la construcción de la nueva línea 9 del metro. Hay que mencionar que esta colaboración no sólo se centró en proyectos de aplicación industrial, sino que también se participó, de la mano de ENRESA y otros agentes, en proyectos con más carga científico/metodológica, financiados a través de convocatorias de la Unión Europea; este es el caso de FUNMIG.

Quizás su último proyecto estrella, por recursos humanos y monetarios, fue el de almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, que incluyó proyectos desarrollados por el IGME y CIUDEN a comienzos de este siglo. En el proyecto del IGME, que trataba de buscar estructuras profundas capaces de almacenar CO<sub>2</sub> en todo el territorio nacional, formó parte del grupo de expertos que debían validar la idoneidad de dichas estructuras. Para el proyecto de CIUDEN, en el que estaba mucho más involucrado, reunió una vez más al "Equipo A" con el objetivo de caracterizar con precisión y de forma multidisciplinar e integrada alguna de las estructuras que ya habían sido reconocidas por la investigación petrolera. Dicho proyecto debería marcar el camino a seguir en la investigación de las estructuras validadas en el proyecto del IGME y por lo tanto tenía un importante carácter metodológico. La complejidad del proyecto hizo que Andrés incorporara nuevos científicos y grupos de investigación a la columna vertebral de dicho equipo, promocionando a grupos locales y/o cercanos para la posible instalación singular de almacenamiento. Las dos partes en las que participó de este proyecto: la búsqueda de un emplazamiento y su caracterización (Anticlinal de Hontomín, Burgos), dieron lugar, una vez más, a contribuciones científicas singulares y tesis doctorales. De esta manera, Andrés volvería a ser padre de una generación más de científicos jóvenes con talento e interés. El Prof. Jesús Carrera, consciente del amplio y profundo conocimiento que Andrés tenía de las ciencias de la Tierra (ya no sólo de geología, sino que deberíamos incluir también física, hidrología, química, etc.), decía de él que era el geólogo al que las piedras le susurraban.

El periodo en el que Andrés ejerció como profesor en la Universidad de Oviedo estuvo marcado de manera imborrable por su papel como docente, siendo ésta una función que ejerció específicamente en Oviedo impartiendo cursos de la Licenciatura y Doctorado en Geología. Andrés siempre puso de manifiesto la enorme trascendencia social de la docencia universitaria y de la formación de buenos profesionales, y no cabe duda de que obraba en consecuencia, mostrando un gran entusiasmo en las clases que impartía. Tenía además unas dotes extraordinarias para la comunicación y la transmisión de conocimientos. Poseía una gran empatía, y a pesar del alto nivel de sus conocimientos, sabía ponerse en el lugar del alumno y llevar a cabo explicaciones con suma claridad, ha-



ciendo fácil lo difícil. El dinamismo que daba a sus clases prácticas inducía al alumno a trabajar y aprender. Todo ello, unido a su carácter abierto y receptivo, le hizo ser sumamente querido por los cientos de estudiantes que pasaron por sus clases.

No podemos silenciar finalmente la faceta de Andrés como persona comprometida, amante de lo justo, y que siempre luchó por el progreso de la Universidad, por una universidad moderna y libre de los comportamientos caciquiles de antaño. Aunque no ambicionaba ocupar puestos de poder, nunca eludió el aceptar y asumir cargos de responsabilidad cuando le fueron propuestos. Fue vicedecano y decano de la Facultad de Geología entre 1984 y 1989, secretario del Instituto de Geología Aplicada de la Universidad de Oviedo entre 1986 y 1993, y vicepresidente y presidente de la Comisión de Tectónica de la Sociedad Geológica de España entre 1989 y 1993. Andrés tenía además muy clara su función social como investigador y profesor, asumiendo que, en su madurez, su papel era saber gestionar bien la investigación, transmitir conocimientos y abrir puertas y dar juego a personas más jóvenes, algo que él supo hacer muy bien. Un buen número de tesis doctorales vieron la luz bajo su dirección, y otro buen número de ellas se beneficiaron de su excelente y generosa ayuda. Poseía además una gran intuición para canalizar y resolver problemas. Ningún asunto de geología le era ajeno, ni tampoco cualquier cuestión relativa a la gestión y la política universitarias. Por esta razón, su despacho era una especie de oráculo que estaba siempre generosamente abierto a todos los colegas del Departamento, que muy a menudo pasaban por él para plantearle dudas y problemas a los que él sabía sabiamente responder y dar buenas ideas.

Como reconocimiento a su larga y fecunda actividad científica y docente, Andrés Pérez Estaún fue nombrado en 2007 académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y en 2008 académico correspondiente extranjero de la Academia de Ciencias de la República Dominicana.

La desaparición de Andrés ha supuesto un duro golpe en el mundo de la geología. Su memoria perdurará siempre en los que tuvimos la suerte de estar cerca de él; esperamos que su labor como investigador, profesor y defensor entusiasta de la geología tenga el reconocimiento histórico que merece.

## Publicaciones seleccionadas de Andrés Pérez Estaún

- CRIMES, T.P., MARCOS, A. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1974): Upper Ordovician, turbidites in western Asturias: A facies analysis with particular reference to vertical and lateral variations. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 15: 169-184.
- JULIVERT, M., MARCOS, A. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1977): La structure de la Chaîne Hercynienne dans le secteur Ibérique et l'arc Ibéro-Armoricain. *Colloque International CNRS*, 243: 429-440.
- PÉREZ-ESTAÚN, A. (1978): Estratigrafía y estructura de la rama S de la Zona Asturoccidental-leonesa. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 92: 1-150.
- BASTIDA, F., MARCOS, A., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y PULGAR, J.A. (1979): Aproximación a la mecánica de los cabalgamientos en el contexto general de la deformación en el NW de la Península Ibérica. *Acta Geológica Hispánica*, 14: 135-142.
- PÉREZ-ESTAÚN, A. Y MARCOS, A. (1981): La Formación Agüeira en el Sinclinorio de Vega de Espinaredo: Aproximación al modelo de sedimentación durante el Ordovícico superior en la Zona Asturoccidental-leonesa (NW de España). *Trabajos de Geología*, 11: 135-145.
- BASTIDA, F., MARCOS, A., MARQUÍNEZ, J., MARTÍNEZ-CATALÁN, J.R., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y PULGAR, J.A. (1984): *Mapa Geológico de España E. 1:200.000, Hoja nº 1 (2-1), La Coruña*. Instituto Geológico y Minero de España, 155 pp.
- BASTIDA, F., MARCOS, A., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y PULGAR, J.A. (1984): Geometría y evolución estructural del Manto de Somiedo (Zona Cantábrica, NO España). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, XCV-VI: 517-539.
- ALLER, J., ALONSO, J.L. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1985): Procedencia de los conglomerados cantabrienses del Grupo Cea en la región del Manto del Esla (Zona Cantábrica, valles del Esla y Cea). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, XCVI-VI: 581-591.
- ALLER, J., BASTIDA, F., ORTEGA, E. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1986): Aportación al conocimiento estructural

- ral del Sinclinal de Almadén. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, XCVII-V: 608-621.
- ALLER, J., BASTIDA, F., BRIME, C. y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1987): Cleavage and its relation with metamorphic grade in the Cantabrian Zone (Hercynian of North-west Spain). *Sciences Geological Bulletin*, 40: 255-272.
- ÁLVAREZ-MARRÓN, J. y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1988): Thin skinned tectonics in the Ponga Region (Cantabrian Zone, NW Spain). *Geologische Rundschau*, 77: 539-550.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., BASTIDA, F., ALONSO, J.L., MARQUÍNEZ, J., ALLER, J., ÁLVAREZ-MARRÓN, J., MARCOS, A. y PULGAR, J.A. (1988): A thin-skinned tectonics model for an arcuate fold and thrust belt: the Cantabrian Zone (Variscan Ibero-Armorican Arc). *Tectonics*, 7: 517-537.
- ÁLVAREZ-MARRÓN, J., HEREDIA, N. y PÉREZ-ESTAÚN, A. (1989): Mapa Geológico de la Región del Ponga a E. 1: 100.000. *Trabajos de Geología*, 18: 127-135.
- PÉREZ-ESTAÚN, A. y BASTIDA, F. (1990): Cantabrian Zone: Structure. En: R. D. Dallmeyer y E. Martínez-García (eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer Verlag, Berlín: 55-69.
- MARTÍNEZ CATALÁN, J.R., PÉREZ-ESTAÚN, A., BASTIDA, F., PULGAR, J.A. y MARCOS, A. (1990): Westasturian-leonese Zone: Structure. En: R. D. Dallmeyer y E. Martínez-García (eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer Verlag, Berlín: 103-114.
- MARTÍNEZ CATALÁN, J.R., PÉREZ-ESTAÚN, A., BASTIDA, F., PULGAR, J.A. y MARCOS, A. (1990): Westasturian-leonese Zone: Structure. En: R. D. Dallmeyer y E. Martínez-García (eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer Verlag, Berlin: 103-114.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., MARTÍNEZ CATALÁN, J.R. y BASTIDA, F. (1991): Crustal thickening and deformation sequence in the footwall to the suture of the variscan belt of NW Spain. *Tectonophysics*, 191: 243-253.
- QUESADA, C., BELLIDO, F., DALLMEYER, R.D., GIL-IBARGUCHI, I., OLIVEIRA, J.T., PÉREZ-ESTAÚN, A., RIBEIRO, A., ROBARDET, M. y SILVA, J.B. (1991): Terranes within the Iberian Massif: correlations with West African sequences. En: R.D. Dallmeyer y J.P. Lecorche (eds.). *The West African Orogens and Circum-Atlantic correlations*. Springer Verlag, Berlín: 251-289.
- MARTÍNEZ CATALÁN, J.R., HACAR RODRÍGUEZ, M., VILLAR ALONSO, P., PÉREZ-ESTAÚN, A. y GONZÁLEZ LODEIRO, F. (1992): Lower Paleozoic extensional tectonics in the limit between the Westasturian-leonese and Central-Iberian Zones of the Variscan Foldbelt in NW Spain. *Geologische Rundschau*, 81: 545-560.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., PULGAR, J.A., BANDA, E., ÁLVAREZ MARRÓN, J. y ESCI-N RESEARCH TEAM (1994): Crustal structure of the external Variscides in NW Spain from deep seismic reflection profiling. *Tectonophysics*, 232: 91-118.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., PULGAR, J.A., ALVAREZ MARRÓN, J. y ESCI-N GROUP (1995): Crustal structure of the Cantabrian Zone: Seismic image of a Variscan foreland thrust and fold belt (NW Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8: 307-319.
- CARBONELL, R., PÉREZ-ESTAÚN, A., GALLART, J., DÍAZ, J., KASHUBIN, S., STADTLANDER, R., SCHULZE, A., KNAPP, J.H., y MOROZOV, A. (1996): Crustal root beneath the URALS from Wide-Angle seismic measurements. *Science*, 274: 222-223.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., BROWN, D., ÁLVAREZ-MARRÓN, J., PUCHKOV, V., y CARBONELL, R. (1999): La evolución tectónica del Sur de los Urales. *Trabajos de Geología*, 21: 265-281.
- CARBONELL, R., GALLART, J., PÉREZ-ESTAÚN, A., DÍAZ, J., KASHUBIN, S., MECHIE, J., y WENZEL, F. (2000): Seismic Wide-Angle constraints on the crust of the Southern Urals. *Journal of Geophysical Research*, 105: 13755-13777.
- CARBONELL, R., GALLART, J. y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2002): Modeling and imaging the Moho transition: The case of the southern Urals. *Geophysical Journal International*, 149: 134-148.
- ESCUDER VIRUETE, J., CARBONELL, R., JURADO, M.J., MARTÍ, D. AND PÉREZ-ESTAÚN, A. (2002): Two-dimensional geostatistical modelling and prediction of the fracture system in the Albalá

- Granitic Pluton, SW Iberian Massif, Spain. *Journal of Structural Geology*, 23: 2011-2023.
- MARTÍ, D., CARBONELL, R., TRYGGVASON, A., ESCUDER, J. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2002): Mapping brittle fractures zones in 3 dimensions: high resolution travelttime seismic tomography in a granitic pluton. *Geophysical Journal International*, 149: 95-105.
- ESCUDER VIRUETE, J., CARBONELL, R., MARTÍ, D., JURADO, M.J., Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2003): Architecture of fault zones determined from outcrop cores, 3-D seismic tomography and geostatistical modeling: example from the Albalá Granitic Pluton, SW Iberia Variscan Massif. *Tectonophysics*, 361: 97-120.
- ESCUDER VIRUETE, J., CARBONELL, R., MARTÍ, D. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2003): 3-D stochastic modeling and simulation of fault zones in a granitic massif: The Albalá granitic pluton, SW Iberian Variscan Massif. *Journal of Structural Geology*, 25: 1487-1506.
- SIMANCAS, F., CARBONELL, R., GONZÁLEZ-LODEIRO, F., PÉREZ-ESTAÚN, A., JUHLIN, C., AYARZA, P., KASHUBIN, A., AZOR, A., MARTÍNEZ-POYATOS, D., ALMODOVAR, G.R., PASCUAL, E., SEZ, R. Y EXPÓSITO, I. (2003): Crustal structure of the transpressional Variscan Orogen of SW Iberia: The IBERSEIS Deep Seismic Reflection Profile. *Tectonics*, 22: 1062.
- CARBONELL, R., SIMANCAS, F., JUHLIN, C., POUS, J., PÉREZ-ESTAÚN, A., GONZÁLEZ-LODEIRO, F., MUÑOZ, G., HEISE, W. Y AYARZA, P. (2004): Geophysical evidence of a mantle plume derive intrusion in SW Iberia. *Geophysical Research Letters*, 31: L11601.
- SIMANCAS, F., PÉREZ-ESTAÚN, A. (COORD.), ARENAS, R., AZOR, A., AYARZA, P., BASTIDA, F., BEA, F., CARBONELL, R., DÍAZ-GARCÍA, F., GONZÁLEZ-LODEIRO, F., MARCOS, A., MARTÍNEZ-CATALÁN J.R. Y MARTÍNEZ-POYATOS, D. (2004): Evolución tectónica del Macizo Ibérico. En: J.A. Vera (ed.). *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid: 224-230.
- ESCUDER VIRUETE, J., CARBONELL, R., PÉREZ SOBA, C., MARTÍ, D. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2006): Geological, geophysical and geochemical structure of a fault zone developed in granitic rocks: Implications for fault zone modeling in 3-D. *International Journal of Earth Sciences*, 93: 172-188.
- FLECHA, I., CARBONELL, R., ZEYEN, H., MARTÍ, D., PALOMERAS, I., SIMANCAS, F. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2006): Imaging granitic plutons along the IBERSEIS profile. *Tectonophysics*, 420: 37-47.
- FLECHA, I., MARTÍ, D., CARBONELL, R., ESCUDER-VIRUETE, J. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2006): Imaging low velocity anomalies with the aid of seismic tomography. *Tectonophysics*, 388: 225-238.
- MARTÍ, D., CARBONELL, R., ESCUDER-VIRUETE, J. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2006): Characterization of a fractured granitic pluton: P- and S-waves' seismic tomography and uncertainty analysis. *Tectonophysics*, 422: 99-114.
- MARTÍ, D., ESCUDER-VIRUETE, J., CARBONELL, R., FLECHA, I., Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2006): Fault architecture and related distribution of physical properties in granitic massifs: geological and geophysical methodologies. *Journal of Iberian Geology*, 32: 95-112.
- SIMANCAS, J.F., CARBONELL, R., GONZÁLEZ-LODEIRO, F., PÉREZ-ESTAÚN, A., JUHLIN, C., AYARZA, P., KASHUBIN, A., AZOR, A., MARTÍNEZ-POYATOS, D., SÁEZ, R., ALMODÁVAR, G.R., PASCUAL, E., FLECHA, I. Y MARTÍ, D. (2006): Transpressional collision tectonics and mantle plume dynamics: The Variscides of Southwestern Iberia, En: D. Gee y R.A. Stephenson (eds.). *European Lithosphere Dynamics. Geological Society, London, Memoirs*, 32: 345-355.
- BROWN, D., JUHLIN, C., AYALA, C., TRYGGVASON, A., BEA, F., ALVAREZ-MARRON, J., CARBONELL, R., SEWARD, D., GLASMACHER, U., PUCHKOV, V. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008): Mountain building processes during continent-continent collision in the Uralides. *Earth Science Reviews*, 89: 177-195.
- FLECHA, I., PALOMERAS, I., CARBONELL, R., SIMANCAS, F., AYARZA, P., MATAS., J., GONZÁLEZ-LODEIRO Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008): Seismic imaging and modelling of the lithosphere of SW-Iberia. *Tectonophysics*, 472: 148-157.
- MARTÍ, D., CARBONELL, R., FLECHA, I., FONT-CAP, J., VÁZQUEZ-SUÑÉ Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008):

- High-resolution seismic characterization in an urban area: Subway tunnel construction in Barcelona, Spain. *Geophysics*, 73: B41-B50.
- PALOMERAS, I., CARBONELL, R., FLECHA, I., SIMANCAS, F., AYARZA, P., MATAS, J., MARTÍNEZ-POYATOS, D., AZOR, A., GONZÁLEZ-LODEIRO, F. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008): Nature of the lithosphere across the Variscan Orogen of SW-Iberia: Dense wide-angle seismic reflection data. *Journal of Geophysical Research*, 114: B02302.
- SIMANCAS, J.F., AZOR, A., MARTÍNEZ-POYATOS, D., TAHIRI, A., EL HADI, H., GONZÁLEZ-LODEIRO, F., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y CARBONELL, R. (2009): Tectonic relationships of Southwest Iberia with the allochthons of Northwest Iberia and the Moroccan Variscides. *Comptes Rendus Geosciences*, 341: 103-113.
- CARBONELL, R., PÉREZ-ESTAÚN, A., MARTÍNEZ-LANDA, L., MARTÍ, D. Y CARRETERO, G. (2010): Geophysical and geological characterization of fractures within a granitic pluton. *Near Surface Geophysics*, 8: 181-193.
- PALOMERAS, I., CARBONELL, R., AYARZA, P., FERNÁNDEZ, M., SIMANCAS, J.F., MARTÍNEZ POYATOS, D., GONZÁLEZ LODEIRO, F. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2010): Geophysical model of the lithosphere across the Variscan Belt of SW-Iberia: Multidisciplinary assessment. *Tectonophysics*, 508: 42-51.
- FONT-CAPÓ, J., VÁZQUEZ-SUÑÉ, E., CARRERA, J., MARTÍ, D., CARBONELL, R. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2011): Groundwater inflow prediction in urban tunneling with a tunnel-boring machine (TBM). *Engineering Geology*, 121: 46-54.
- MARTÍNEZ POYATOS, D., CARBONELL, R., PALOMERAS, I., SIMANCAS, J.F., AYARZA, P., MARTÍ, D., AZOR, A., JABALOY, A., GONZÁLEZ CUADRA, P., TEJERO, R., MARTÍN PARRA, L.M., MATAS, J., GONZÁLEZ LODEIRO, F., PÉREZ-ESTAÚN, A., GARCÍA LOBÓN, J.L. Y MANSILLA, L. (2012): Imaging the crustal structure of the Central Iberian Zone (Variscan Belt): The ALCUDIA deep seismic reflection transect; *Tectonics*, 31: TC3017.
- ALCALDE, J., MARTÍ, D., CALAHORRANO, A., MARZAN, I., AYARZA, P., CARBONELL, R., JUHLIN, C. Y PÉREZ-ESTAÚN, A. (2013): Active seismic characterization experiments of the Hontomín research facility for geological storage of CO<sub>2</sub>, Spain. *International Journal Greenhouse Gas Control*, 19: 785-795.
- SIMANCAS, J.F., AYARZA, P., AZOR, A., CARBONELL, R., MARTÍNEZ POYATOS, D., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y GONZÁLEZ LODEIRO, F. (2013): A seismic geotransverse across the Iberian Variscides: orogenic shortening, collisional magmatism and orocline development. *Tectonics*, 32: 417-432.
- ALCALDE, J., MARTI, D., JUHLIN, C., MALEHMIR, A., SOPHER, D., SAURA, E., MARZÁN, I., AYARZA, P., CALAHORRANO, A., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y CARBONELL, R. (2013): 3-D reflection seismic imaging of the Hontomín structure in the Basque-Cantabrian Basin (Spain). *Solid Earth*, 4: 481-496.
- EHSAN, S.A., CARBONELL, R., AYARZA, P., MARTÍ, D., PÉREZ- ESTAÚN, A., MARTÍNEZ-POYATOS, D. SIMANCAS, J.F., AZOR, A. Y MANSILLA, L. (2014): Crustal deformation styles along the reprocessed deep seismic reflection transect of the Central Iberian Zone (Iberian Peninsula). *Tectonophysics*, 621: 159-174,
- ALCALDE, J., MARZÁN, I. SAURA, E., MARTÍ, D., AYARZA, P., JUHLIN, C., PÉREZ-ESTAÚN, A. Y CARBONELL, R. (2014): 3D geological characterization of the Hontomín CO<sub>2</sub> storage site, Spain: Multidisciplinary approach from seismic, well-log and regional data. *Tectonophysics*, 627: 6-25.

Fernando Bastida  
(Universidad de Oviedo)

Pere Busquets  
(Universitat de Barcelona)

Ramón Carbonell  
(Consejo Superior de Investigaciones Científicas,  
Institut Jaume Almera, Barcelona)

Nemesio Heredia  
(Instituto Geológico y Minero de España, Oviedo)