

Evolución tectónica del Macizo Ibérico durante la orogenia Varisca: colisión Gondwana - Laurussia

Tectonic evolution of the Iberian Massif during the Variscan orogeny: Gondwana – Laurussia collision

R. Díez Fernández¹, R. Arenas¹, M. F. Pereira², S. Sánchez Martínez¹, R. Albert¹, L. M. Martín Parra³, F. J. Rubio Pascual³ y J. Matas³

1 Dpto. de Petrología y Geoquímica e Instituto de Geociencias (UCM, CSIC), Universidad Complutense. 28040 Madrid, España. georuben@usal.es (R. Díez Fernández)

2 Instituto Dom Luiz, Departamento de Geociências, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Apartado 94, 7001-554 Évora, Portugal

3 Instituto Geológico y Minero de España, 28760 Tres Cantos, Madrid, España

Resumen: La revisión de la evolución tectonometamórfica y magmática del Macizo Ibérico revela periodos de extensión y convergencia alternantes dentro de un proceso global de convergencia entre Gondwana y Laurussia durante la formación de Pangea en el Paleozoico Superior. Fases dominadas por compresión a escala litosférica se caracterizan por el desarrollo de subducción oceánica y continental, generación de arcos magmáticos, cabalgamientos y procesos de acreción de litosfera continental y plegamiento. Eventualmente, la convergencia Varisca durante el Carbonífero produjo la transferencia de un conjunto de terrenos alóctonos peri-Gondwánicos, el denominado Alóctono Ibérico, sobre Gondwana. El Alóctono Ibérico muestra una impronta tectonometamórfica previa a ese proceso de transferencia fruto de la yuxtaposición temprana de Gondwana y Laurussia tras el cierre del océano Reico en el Devónico Inferior. Las fases dominadas por fenómenos extensionales están representadas por la apertura de dos cuencas oceánicas efímeras a expensas de la corteza orogénica formada hasta el momento, primero en el Devónico Inferior-Medio, tras el cierre del Reico, y luego durante el Carbonífero Inferior, tras el emplazamiento del alóctono peri-Gondwánico. Seguidamente, un evento de extensión intra-orogénica durante el Carbonífero Inferior-Medio desmembró al Alóctono Ibérico en apilamientos individuales de unidades exóticas separados por fallas extensionales y domos. La tectónica transcurrente jugó un papel fundamental durante toda la orogenia Varisca, especialmente durante la creación de nuevos bloques tectónicos separados por zonas de cizalla transcurrentes intra-continetales en las últimas etapas de convergencia continental.

Palabras clave: Macizo Ibérico; Terrenos Alóctonos; Metamorfismo de Alta-P; Subducción Continental.

Abstract: A review of the tectonometamorphic and magmatic evolution of the Iberian Massif reveals backs and forths in the overall convergence between Gondwana and Laurussia during the amalgamation of Pangea in Upper Paleozoic times. Stages dominated by lithosphere compression are characterized by subduction, both oceanic and continental, development of magmatic arcs, (over- and under-) thrusting of continental lithosphere, and folding. Variscan convergence resulted in the eventual transference of a large allochthonous set of peri-Gondwanan terranes, the Iberian Allochthon, onto the Gondwana mainland. The Iberian Allochthon bears the imprint of previous interaction between Gondwana and Laurussia, including their juxtaposition after the closure of the Rheic Ocean in Early Devonian times. Stages governed by lithosphere extension are featured by the opening of two short-lived oceanic basins that dissected previous Variscan orogenic crust, first in the Early-Middle Devonian, following the closure of the Rheic Ocean, and then in the Early Carboniferous, following the emplacement of the peri-Gondwanan allochthon. An additional, major intra-orogenic extensional event in the Early-Middle Carboniferous dismembered the Iberian Allochthon into individual thrust stacks separated by extensional faults and domes. Lateral tectonics played an important role through the Variscan orogenesis, especially during the creation of new tectonic blocks separated by intracontinental strike-slip shear zones in the late stages of continental convergence.

Key words: Variscan Sutures; Allochthonous Complexes; Iberian Massif; Paleozoic Tectonics; Pangea Amalgamation.

INTRODUCCIÓN

El Macizo Ibérico (Fig. 1a) combina pliegues y cabalgamientos formados durante etapas de compresión Varisca con domos y cubetas, procesos de granitización, y fallas normales producto del posterior

colapso gravitacional y desarrollo de extensión intra-orogénica (Simancas et al., 2001; Martínez Catalán et al., 2009; Pereira et al., 2009). La Figura 1b muestra un corte compuesto simplificado del Macizo Ibérico en el que aparecen reflejados ocho grandes elementos tectonostratigráficos del orógeno Varisco (Díez Fernández and Arenas, 2015): (1) Antepaís de la Zona

Cantábrica, (2) Autóctono Ibérico, (3) Parautóctono Ibérico, (4) Unidades Alóctonas Basales, (5) Unidades Ofiolíticas Alóctonas, (6) Unidades Alóctonas Superiores, (7) Ofiolita de Beja-Acebuches, y (8) Zona Sud-Portuguesa. La combinación de 4, 5, y 6 puede ser referida también como Autóctono Ibérico.

Una restauración simple de la sección presentada en la Figura 1 revela dos zonas de sutura mayores marcadas por sendas unidades ofiolíticas compuestas por protolitos de edades diferentes. La sutura marcada por la Ofiolita de Beja-Acebuches corta a la sutura marcada por las Unidades Ofiolíticas Alóctonas y divide al Macizo Ibérico en dos grandes bloques. El bloque septentrional incluye a 1, 2, 3, 4, 5 y 6, todos ellos con derivación Gondwánica (Díez Fernández et al., 2010; Albert et al., 2015; Pereira, 2015), mientras que en el bloque meridional la Zona Sud-Portuguesa se considera un terreno compuesto ubicado a lo largo del margen sur de Laurrusia durante el Devónico Medio (Lefort et al., 1988), pero próximo o yuxtapuesto a Gondwana desde al menos el Devónico Superior (Pereira et al., 2006). La sutura actual deducible para la Ofiolita de Beja-Acebuches es por lo tanto una sutura del océano Reico retrabajada (Díez Fernández and Arenas, 2015).

MODELO DE EVOLUCIÓN TECTÓNICA PARA EL MACIZO IBÉRICO

La deformación de tipo transcurrente experimentada por el Macizo Ibérico durante el Carbonífero Superior (Moscoviense) segmentó el hinterland del orógeno Varisco en nuevos bloques tectónicos, parcialmente diferentes de aquellos que operaron durante las etapas previas de convergencia y extensión entre Gondwana y Laurrusia. Darse cuenta de este cambio fundamental en la tectónica del Macizo Ibérico, incluso si éste fue de carácter transicional, resulta esencial para comprender la historia estructural y metamórfica común que une a los terrenos y unidades a ambos lados de la Zona de Cizalla de Coimbra-Córdoba. Comprender este hecho permite establecer correlaciones geológicas precisas entre los sectores NO y SO del Macizo Ibérico y por tanto avanzar en un modelo de evolución tectónica común en el que pueden trazarse grandes zonas de cizalla responsables del transporte de terrenos de tipo continental y oceánico ubicados en la periferia de Gondwana sobre zonas más internas de dicho continente (Díez Fernández and Arenas, 2015). Este tipo de zonas de cizalla controlan el ensamblado inicial de Pangea, pero no fusionan a Gondwana con Laurrusia de una vez por todas ya que el desarrollo de sucesivas cuencas oceánicas en el curso de la orogenia Varisca (Azor et al., 2008; Arenas et al., 2014) dan cuenta de un complejo proceso de amalgamamiento de supercontinentes, difícilmente explicable mediante una colisión simple.

Basándonos en una integración de datos de tipo estructural, geocronológico, estratigráfico, metamórfico, ígneo, geoquímico y paleontológico, imposibles de citar en esta breve contribución, la evolución tectónica Varisca del Macizo Ibérico puede resumirse de la siguiente manera (coordenadas geográficas Paleozoicas):

1. Tras el cierre del Reico, Gondwana y Laurrusia colisionaron en el Devónico Inferior. La cinemática de las estructuras mayores desarrolladas en este periodo apoyan que Laurrusia fue la placa inferior.

2. La contracción del margen de Gondwana en respuesta a este proceso propició un evento de subducción intra-Gondwana dirigido hacia el Norte. Este hecho se manifiesta en el metamorfismo de alta-P de las Unidades Alóctonas Superiores.

3. Un periodo transitorio de extensión favoreció la apertura de una cuenca intra-Gondwana en el Devónico Inferior-Medio, simultánea con la exhumación de rocas de alta-P formadas previamente. Este hecho queda reflejado en los protolitos Devónicos de las Unidades Ofiolíticas Alóctonas.

4. El cierre de dicha cuenca intra-Gondwana en el Devónico Superior produjo la acreción hacia el Norte de corteza oceánica Devónica, luego Cámbrica-Ordovícica, y finalmente la subducción de secciones contiguas más internas del margen de Gondwana. Dicha subducción queda representada por el segundo evento de alta-P que experimenta el margen de Gondwana, visible en las Unidades Alóctonas Basales.

5. La convergencia continuada entre Gondwana y Laurrusia durante el Carbonífero Inferior fue acomodada por el underthrusting de litosfera Gondwánica hacia el Norte, bajo los dominios peri-Gondwánicos previamente involucrados en la colisión. Eventualmente este proceso bloqueó la subducción continental desarrollada anteriormente en las Unidades Alóctonas Basales y forzó la horizontalización de la placa subducente así como su acoplamiento mecánico respecto a la lámina superior. El cizallamiento simultáneo a lo largo de ambas láminas generó grandes pliegues vergentes al Sur y fallas extensionales en la lámina superior (Unidades Alóctonas Superiores). El arrastre dúctil ejercido por la lámina inferior sobre el complejo de subducción continental de edad Devónico Superior (Unidades Alóctonas Basales) propició su estiramiento, junto con el de las unidades ofiolíticas suprayacentes a lo largo de la base de los terrenos peri-Gondwánicos suprayacentes (Unidades Alóctonas Superiores), así como el desmembramiento parcial de algunas de sus unidades. Este proceso modeló la base del Alóctono Ibérico, dotándole de su carácter exótico actual.

6. Una convergencia sostenida acabó por nuclear un sistema de cabalgamientos fuera de secuencia, retrabajando la sutura intra-Gondwana previamente configurada.

7. El rifting de la corteza sobre-engrosada resultante resultó en la apertura de una cuenca efímera Carbonífera (Beja-Acebuches) cerca de la sutura Gondwana-Laursia formada en el Devónico Inferior (antiguo límite Ossa-Morena – Zona Sud-Portuguesa).

8. Dicha extensión intra-continental fue seguida (y probablemente asistida) por el colapso gravitacional y reequilibrio termal del orógeno, los cuales permanecieron activos hasta el Carbonífero Superior (desarrollo de domos extensionales a lo largo del orógeno). La convergencia continental ganó vigor a continuación, forzando el cierre de las cuencas recientemente abiertas. La deformación se propagó mediante cabalgamientos y pliegues hacia el interior de ambos continentes, produciendo la reactivación de cabalgamientos previos.

9. La extensión litosférica en las zonas internas fue progresivamente reemplazada por deformación de tipo transcurrente. El desarrollo de los oroclinales del Macizo Ibérico comenzó en este periodo. La tectónica lateral en este momento se manifestó en zonas de cizalla strike-slip discretas y en el desarrollo de pliegues erguidos a lo largo de casi toda la cadena. La propagación de la deformación hacia las zonas de antepaís continuó, tanto hacia el interior de Gondwana (Zona Cantábrica) como hacia Laursia (Zona Sud-Portuguesa) concluyendo con el desarrollo final de los oroclinales que pliegan a todas las estructuras anteriores.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado mediante el proyecto CGL2012-34618 del Ministerio de Economía y Competitividad.

REFERENCIAS

Albert, R., Arenas, R., Gerdes, A., Sánchez Martínez, S., Fernández-Suárez, J. y Fuenlabrada, J.M. (2015): Provenance of the Variscan Upper Allochthon (Cabo Ortegal Complex, NW Iberian Massif). *Gondwana Research*, 28: 1434-1448.

Arenas, R., Díez Fernández, R., Sánchez Martínez, S., Gerdes, A., Fernández-Suárez, J. y Albert, R. (2014): Two-stage collision: Exploring the birth of Pangea in the Variscan terranes. *Gondwana Research*, 25: 756-763.

Azor, A., Rubatto, D., Simancas, J.F., González Lodeiro, F., Martínez Poyatos, D., Martín Parra, L.M. y Matas, J. (2008): Rhenish Ocean ophiolitic remnants in southern Iberia questioned by SHRIMP U-Pb zircon ages on the Beja-Acebuches amphibolites. *Tectonics*, 27: TC5006.

Díez Fernández, R. y Arenas, R. (2015): The Late Devonian Variscan suture of the Iberian Massif: A correlation of high-pressure belts in NW and SW Iberia. *Tectonophysics*, 654: 96-100.

Díez Fernández, R., Martínez Catalán, J.R., Gerdes, A., Abati, J., Arenas, R. y Fernández-Suárez, J. (2010): U-Pb ages of detrital zircons from the Basal allochthonous units of NW Iberia: Provenance and paleoposition on the northern margin of Gondwana during the Neoproterozoic and Paleozoic. *Gondwana Research*, 18: 385-399.

Lefort, J.P., Max, M.D. y Roussel, J. (1988): Geophysical evidence for the location of the NW boundary of Gondwanaland and its relationship with two older satellite sutures. *Geological Society, London, Special Publications*, 38: 49-60.

Martínez Catalán, J.R., Arenas, R., Abati, J., Sánchez Martínez, S., Díaz García, F., Fernández-Suárez, J., González Cuadra, P., Castineiras, P., Gómez Barreiro, J., Díez Montes, A., González Clavijo, E., Rubio Pascual, F.J., Andonaegui, P., Jeffries, T.E., Alcock, J.E., Díez Fernández, R. y López Carmona, A. (2009): A rootless suture and the loss of the roots of a mountain chain: The Variscan belt of NW Iberia. *Comptes Rendus Geoscience*, 341: 114-126.

Pereira, M.F. (2015): Potential sources of Ediacaran strata of Iberia: a review. *Geodinamica Acta*, 27: 1-14.

Pereira, M.F., Chichorro, M., Williams, I.S., Silva, J.B., Fernández, C., Díaz-Azpiroz, M., Apraiz, A. y Castro, A. (2009): Variscan intra-orogenic extensional tectonics in the Ossa-Morena Zone (Évora-Aracena-Lora del Río metamorphic belt, SW Iberian Massif): SHRIMP zircon U-Th-Pb geochronology. *Geological Society, London, Special Publications*, 327: 215-237.

Pereira, Z., Oliveira, V. y Oliveira, J.T. (2006): Palynostratigraphy of the Toca da Moura and Cabrela Complexes, Ossa Morena Zone, Portugal. Geodynamic implications. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 139: 227-240.

Simancas, J.F., Martínez Poyatos, D., Expósito, I., Azor, A. y González Lodeiro, F. (2001): The structure of a major suture zone in the SW Iberian Massif: the Ossa-Morena/Central Iberian contact. *Tectonophysics*, 332: 295-308.

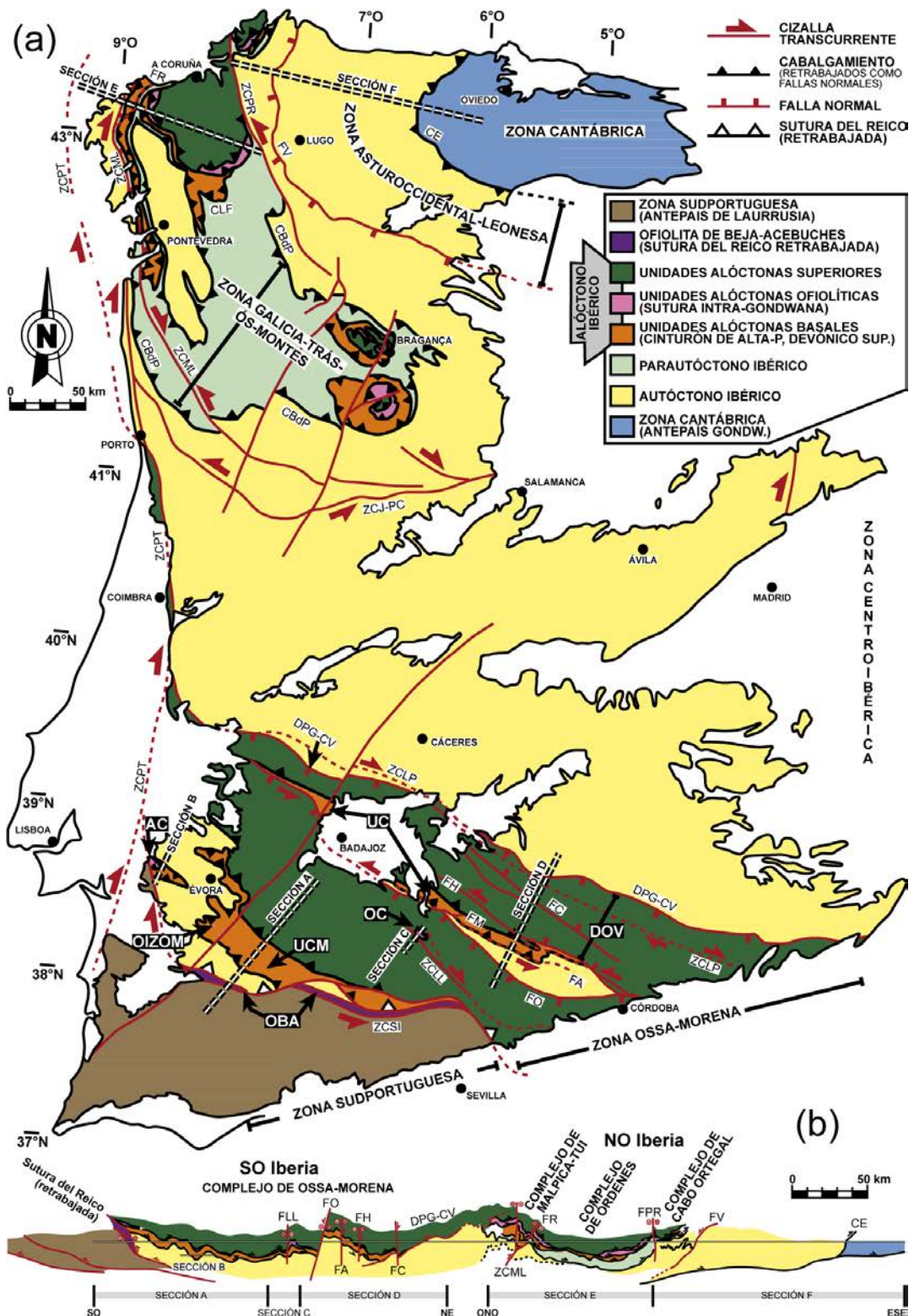


FIGURA 1. Mapa Geológico del Macizo Ibérico. Abreviaturas: AC — Anfibolitas de Carvalhal; CBdPI — Cabalgamiento Basal del Parautoctono Ibérico; CE — Cabalgamiento de Espina; CLF — Cabalgamiento de Lalín-Forcarei; DPG-CV — Despegue Puente Génave-Castelo de Vide; DOV — Dominio Obejo-Valsequillo; FA — Falla de Azuaga; FC — Falla de Canaleja; FH — Falla de Hornachos; FM — Falla de Matachel; FO — Falla de Onza; FR — Falla de Riás; FV — Falla de Viveiro; OBA — Ophiolita de Beja-Acebuches; OC — Ophiolita de Calzadilla; OIZOM — Ophiolitas Internas de la Zona Ossa-Morena; UC — Unidad Central; UCM — Unidad Cubito-Moura; ZCJ-PC — Zona de Cizalla de Juzbado-Penalva do Castelo; ZCLL — Zona de Cizalla Los Llanos; ZCLP — Zona de Cizalla Los Pedroches; ZCML — Zona de Cizalla Malpica-Lamego; ZCPR — Zona de Cizalla Palas de Rei; ZCPT — Zona de Cizalla Porto-Tomar; ZCSI — Zona de Cizalla Sur Ibérica.