

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 7	Págs. 421-430	Madrid 1981
----------------------------	--------	---------------	-------------

UN MARCO TECTONICO PARA  
EL VULCANISMO DE ATIENZA  
(PROVINCIA DE GUADALAJARA)

POR

E. ANCOCHEA \*, F. HERNÁN \* y R. VEGAS \*\*

RESUMEN

Se sitúa el vulcanismo calcoalcalino de Atienza en un marco estructural a diferentes escalas. Sus características lo hacen compatible con un modelo de reactivación continental, consecuencia de una colisión continente-continente, en el cual son factibles diferentes hipótesis petrogenéticas.

Se destaca la relación de este vulcanismo con el ciclo hercínico, con las fosas molásicas pérmicas y con la tectónica de fracturación tardihercínica. Por otra parte, se separa netamente del vulcanismo posterior, de edad mesozoica, de la Cordillera Ibérica, cuya génesis ha de estar ligada, por el contrario, a la evolución de una estructura de tipo aulacogénico.

INTRODUCCION

El vulcanismo existente al NW de Atienza (N de la provincia de Guadalajara) se sitúa en la intersección de dos dominios tectónicos diferentes: el Sistema Central y la Cordillera Ibérica. El primero de estos dominios corresponde a un basamento hercínico metamórfico constituido por una alternancia de pizarras y cuarcitas. Este sustrato hercínico forma parte de la zona asturoccidental-leonesa y se prolon-

\* Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

\*\* Departamento de Geomorfología y Geotectónica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

ga hacia el W en la alineación montañosa del Sistema Central, donde aflora un conjunto heterogéneo de rocas metamórficas —esquistos y gneises de diversos tipos— y abundantes granitoides hercínicos, perteneciendo esta región ya a la zona galaico-castellana. Sobre este sustrato de edad paleozoico inferior se sitúan en clara discordancia algunos afloramientos de rocas detríticas de edad Carbonífero superior-Pérmico.

La cobertera mesozoica (Triásico a Cretácico Superior) forma parte de la Cordillera Ibérica, cadena Alpina de tipo intermedio, y se dispone sobre cualquier material hercínico, tanto sobre el conjunto metamórfico como sobre el conjunto de edad permo-carbonífera.

Parte de los afloramientos de rocas volcánicas se encuentran relacionados con materiales detríticos, areniscas, lutitas y conglomerados de edad pérmica, los cuales, a su vez, están en relación inmediata hacia el N con materiales triásicos o hacia el E con materiales triásicos y jurásicos. Otros afloramientos están exclusivamente relacionados con las pizarras y cuarcitas silúrico-ordovícicas. Pero la mayoría de los afloramientos volcánicos se alinea según una franja arqueada, con convexidad hacia el S, delimitando los dos dominios antes citados: el metamórfico y la cobertera sedimentaria (Fig. 1).

## EL VOLCANISMO DE ATIENZA

Las rocas volcánicas aparecen en afloramientos de pequeño tamaño (el mayor, de aproximadamente 1,5 km de diámetro) y de forma, a grandes rasgos, circular o bien alargada. La mayoría corresponden a coladas masivas, que en algún caso pueden haber sido emitidas en erupciones de tipo domático. Otras rocas son aglomeráticas, formadas por fragmentos de naturaleza y tamaño heterogéneos. Existen, además, sills (de naturaleza similar a la de las rocas volcánicas) que intruyen en las pizarras ordovícicas y que por su proximidad y parecida composición parecen estar relacionadas con las rocas extrusivas (HERNAN *et al.*, 1981).

Las volcanitas presentan marcada textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa, biotita, anfíbol, piroxeno (estos dos últimos muy transformados) y cuarzo, además de granate. La matriz criptocristalina a microcristalina está formada fundamentalmente por plagioclasa y cuarzo. Se han establecido distintos tipos petrográficos: andesitas piroxénico-anfibólicas, andesitas anfibólico-biotíticas y dacitas. Las andesitas contienen frecuentes enclaves de pequeño tamaño de rocas metamórficas transformadas. Las rocas han sufrido un proceso general de propilitización y argilitización que se materializa en la presencia abundante de minerales, tales como cloritas, albita, epidota, esfena, carbonatos, cuarzo, minerales de arcillas y ceolitas.

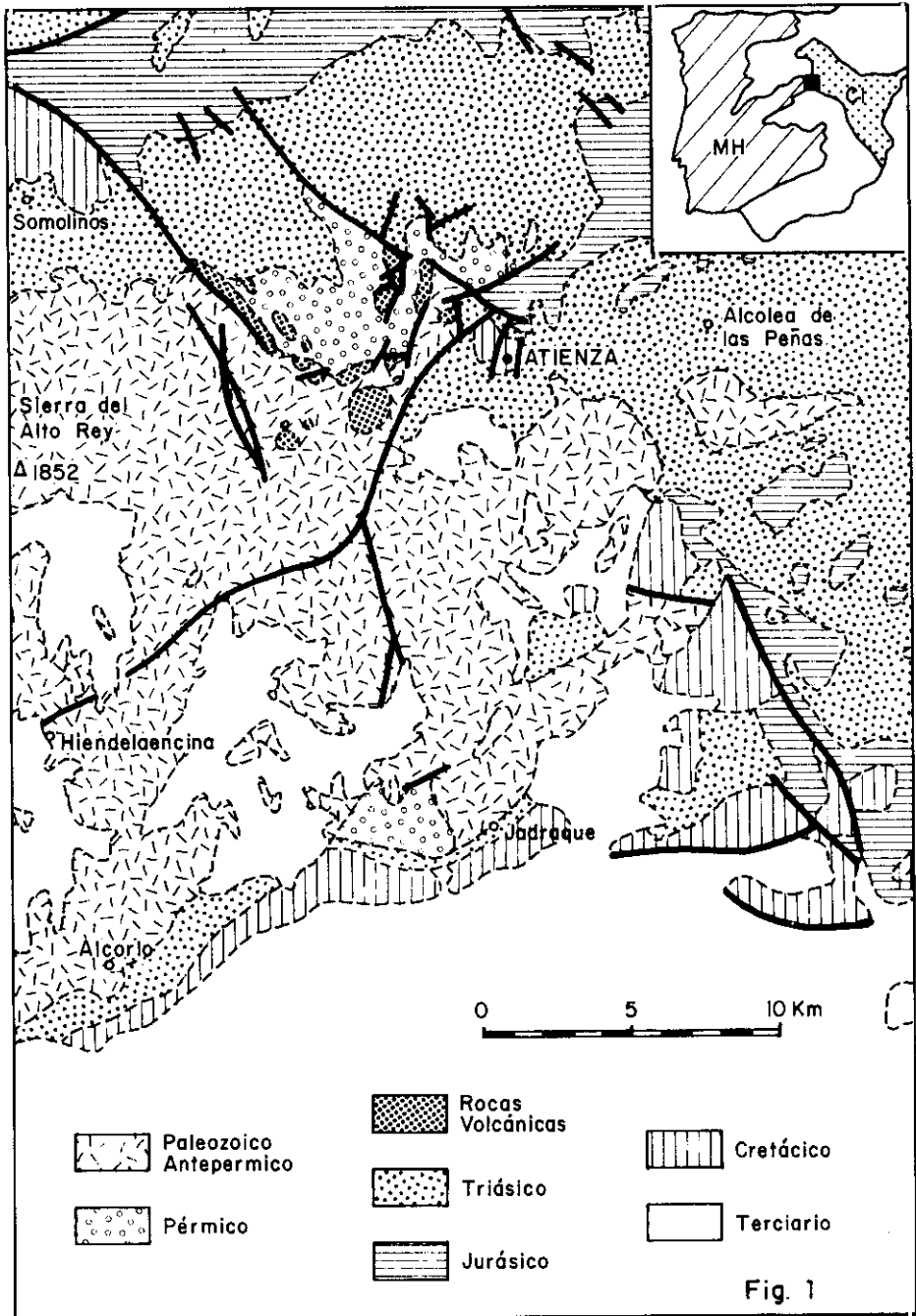


FIG. 1.—Situación de los afloramientos y esquema geológico regional (modificado por GONZALEZ LODEIRO, 1980). MH: Macizo Herpérico. CI: Cordillera Ibérica.

Los datos analíticos de elementos mayores y menores han permitido, además, identificar las volcanitas como términos andesíticos y dacíticos de una serie calco-alcalina o calco-alcalina potásica.

Son numerosos los intentos de caracterizar geoquímicamente las andesitas de diferentes ambientes geotectónicos (TAYLOR, 1969; JAKES y WHITE, 1971; EWART, 1976, etc.); en la Figura 2 se comparan algunos elementos y parámetros considerados como más característicos, según los datos más recientes (BAILEY, 1981), para discriminar entre los ambientes de formación de estas rocas. En esta figura se representan: 1) En triángulos negros: andesitas de arco isla (excluidas las de bajo K, cuyos valores se sitúan a la izquierda del diagrama). 2) Cuadrados blancos: las denominadas por BAILEY (1981) andesitas de arco isla «continental», término en el que incluye arcos islas evolucionados con corteza continental bien desarrollada (Japón o Nueva Zelanda), y «márgenes continentales finos» (Cascada Ranges o Sur de Chile). 3) Círculos negros: andesitas de «márgenes continentales gruesos» (tipo andino) y 4) Aspás: andesitas de Atienza.

Como puede apreciarse, las andesitas de Atienza tienen características totalmente análogas a las de los márgenes «continentales gruesos». Otras comparaciones (ANCOCHEA *et al.*, 1980), con datos de autores anteriores confirman esta similitud con las andesitas de tipo andino o con las de cadenas orogénicas intracontinentales tipo Cárpatos (JAKES y WHITE, 1971).

Aunque inicialmente se habían propuesto diversas edades para el evento volcánico, más recientemente han sido asignadas al Pérmico (HERNANDO, 1973) en base fundamentalmente a que parte de las rocas volcánicas se encuentran interstratificadas en la serie sedimentaria pérmica, la cual está formada por materiales conglomeráticos que, en parte, han recibido aporte de las volcanitas. Esta edad ha sido parcialmente confirmada por dataciones radiométricas K/Ar (HERNANDO *et al.*, 1980) al haberse calculado una edad mínima de  $287 \pm 12$  m.a. para los niveles inferiores; esta edad los sitúa prácticamente en el límite Carbonífero-Pérmico.

Llama la atención el hecho de que estos datos no disten mucho de los obtenidos para los granitoides vecinos del Sistema Central, cuyas edades conocidas se cifran en  $251 \pm 27$  m.a. y  $278 \pm 16$  m.a. (MENDES *et al.*, 1972).

## SITUACION TECTONICA

Los materiales pérmicos del centro de España —junto con sedimentos Permo-Carboníferos de otras regiones— están alojados en fosas restringidas, de carácter «intermontano», de rápido relleno y

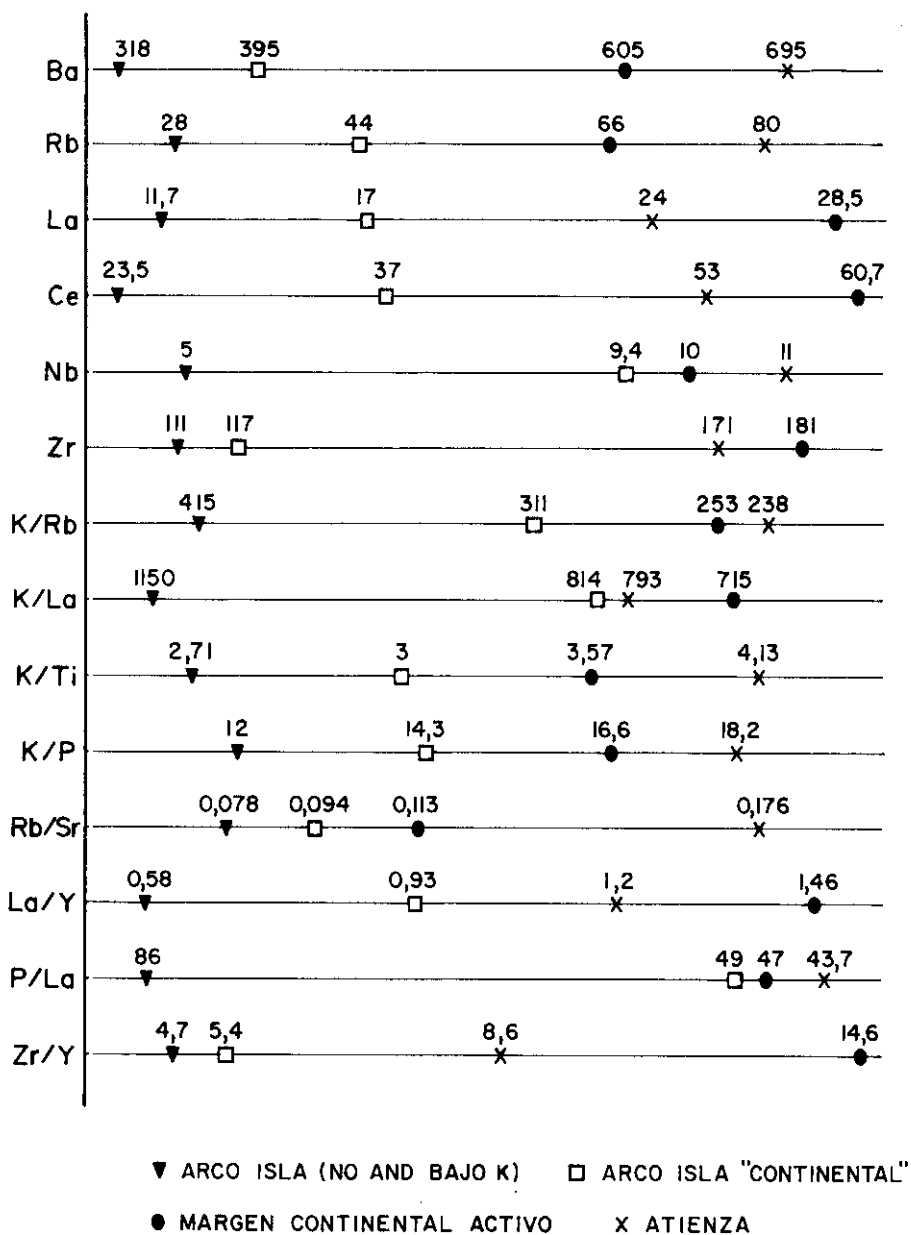


FIG. 2.—Comparación de medias de contenidos (ppm) y relaciones de diferentes elementos, entre las andesitas de Atienza y andesitas de distintos ambientes geotectónicos. Explicación en el texto.

corresponden a sedimentos continentales controlados por vigorosos escarpes de falla (VIRGILI *et al.*, 1973, 1977). Su edad pérmica obliga a contemplar este episodio volcánico y sedimentario dentro del contexto tectónico de esta región para los tiempos pérmicos. Es obvio que el ambiente sedimentario deducido de estos materiales ha de corresponderse con las últimas fases de la evolución del cinturón hercínico ibérico. En este sentido, el Macizo Hespérico ha de considerarse como un área continental recientemente estructurada y con relieves vigorosos, en vías de destrucción. Estos relieves proporcionaron el material molásico a las cuencas intermontanas, las cuales deben ser el resultado de reajustes isostáticos en una etapa final de un área orogénica. Por otra parte, se admite de manera generalizada y para los tiempos tardihercínicos (310-270 m.a.) la existencia de una fase de intensa fracturación (ARTHAUD y MATTE, 1977; VEGAS, 1975). En este contexto las fosas pérmicas —generalmente semi-grabens— deben corresponder a zonas tensionales controladas por grandes líneas de desgarre. Las volcanitas se localizan así en la proximidad de estas fallas y correspondiendo la mayor concentración de afloramientos a las intersecciones de las líneas principales de fractura del sistema tardihercínico (Fig. 1).

## MODELO Y DISCUSION

Ya en trabajos precedentes (ANCOCHEA *et al.*, 1980; HERNAN *et al.*, 1981) se resaltaba el hecho, aparentemente sorprendente, de que un volcanismo de las características expuestas, inequívocamente orogénico, estuviera asociado a una tectónica distensiva y tardiorogénica como la anteriormente comentada. Por otra parte, y en base a la proximidad espacial y temporal y a la similar composición de las andesitas de Atienza con los granitoides del Sistema Central, se sugería a falta de otras hipótesis más factibles, una posible relación genética entre ambas, andesitas y granitoides.

Parece, pues, conveniente matizar y precisar en la medida que sea posible algunas de estas cuestiones planteadas y, por tanto, y en definitiva, insertar el volcanismo en su ambiente geotectónico.

De acuerdo con lo ya expuesto, debe descartarse un ambiente de arco-isla, dado que ni las características geoquímicas del volcanismo de Atienza corresponden a un magmatismo de este tipo, ni tampoco son observables rasgos estructurales que permitan pensar en esta posibilidad. Las características geoquímicas de las rocas volcánicas recuerdan, según lo dicho, a las que presentan las series de rocas calcoalcalinas de margen continental activo (tipo andino) o las de cadenas orogénicas situadas en el interior de los continentes (tipo Cárpatos). Sin embargo, la primera posibilidad se ve rechazada en base a las ca-

racterísticas estructurales y tectónicas de la región (Macizo Hespérico) en aquel momento (Pérmico), las cuales no corresponden con las propias de un margen de tipo andino. Esto conduce a que de antemano parezca más lógico insertar el volcanismo en un modelo compatible con los que se proponen para la formación de cadenas orogénicas hoy situadas en el interior de los continentes.

DEWEY y BURKE (1974) han considerado el cinturón varíscico europeo como el resultado de una colisión continente-continente. En esta consideración estos autores han tenido en cuenta la similitud del área orogénica varíscica con la zona orogénica del Himalaya-Tíbet. De esta manera se puede explicar la reactivación de un área continental muy extensa.

Posteriormente, un refinamiento de este modelo ha sido propuesto por uno de los autores (VEGAS, 1980) para el Macizo Hespérico, situando la sutura de este proceso de colisión localizada al W de Galicia en una zona hoy desaparecida bajo los fondos del Atlántico. Este esquema es, por otra parte, coherente con el estilo y mecanismos de deformación determinado para la cadena hercínica de la Península Ibérica.

En este modelo tectónico, colisión continente-continente, los sedimentos pérmicos se sitúan sobre un área de reactivación continental (Fig. 3), en la cual se instala una tectónica de fractura (distensiva debido a reajustes isostáticos) complicada por la existencia de un episodio de cizalla intracontinental. Esto explica la existencia ya señalada anteriormente de grabens o semigrabens, localizados en grandes líneas de fractura (Fig. 1).

En el modelo de reactivación continental de DEWEY y BURKE se contempla la posibilidad de que se generen volcanismos de distinto tipo como resultado de mecanismos petrogenéticos diferentes. Dentro de este esquema, para el caso particular de un volcanismo en el que predominan las andesitas o formado casi exclusivamente por ellas, se propone (de acuerdo con GREEN, 1969) un mecanismo de generación profunda, es decir, inducido por o procedente de la placa litosférica subducente. Este magmatismo se produciría en una etapa temprana de la colisión e iría haciéndose menos importante a medida que la placa descendente rompe y se hunde en la astenosfera.

De aceptarse esta génesis inducida para el volcanismo andesítico de Atienza se hace necesario establecer ciertas matizaciones, ya que por su edad el volcanismo correspondería a un momento tardío de la colisión. Este podría explicarse si suponemos al magmatismo conectado con un fragmento residual desgajado de la placa litosférica. Ello explicaría, además, por qué las andesitas se encuentran lejos de la zona de sutura (Fig. 3). Otra posibilidad sería suponer que las andesitas representan un volcanismo residual en conexión con una bolsada de

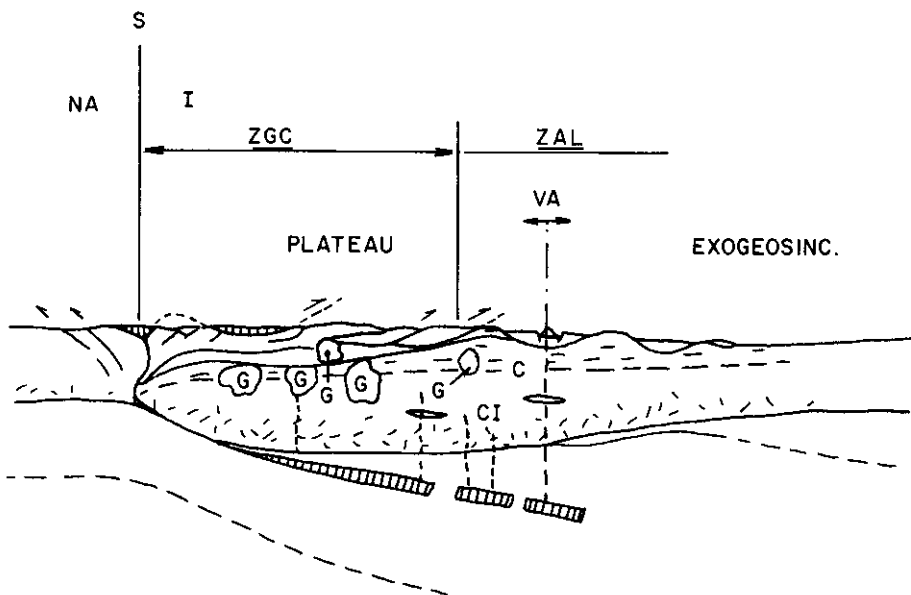


FIG. 3.—Representación muy esquemática de la situación del vulcanismo andesítico de Atienza en un perfil hipotético de la litosfera para el macizo Hespérico durante el Pérmico. I: Iberia; NA: Norteamérica; S: Sutura; ZGC: Zona Galaico-Castellana; ZAL: Zona Asturoccidental-Leonesa; VA: vulcanismo andesítico de Atienza; G: Granodioritas; C: superficie de Conrad; CI: corteza inferior; M: Moho; en rayado vertical: materiales de la corteza oceánica. Basado en un esquema de DEWEY y BURKE (1973).

magma originada anteriormente en relación con la subducción (inducida por ella) y retenido en la litosfera para más tarde ser liberado y producirse su salida a superficie. Mecanismos similares han sido propuestos para el vulcanismo terciario-cuaternario de la zona de confluencia de las placas de Anatolia, Arabia, Irán, Africa por INNOCENTI *et al.* (1975, 1976).

En otro terreno de hipótesis, si se admite una relación cogenética entre nuestras rocas y los granitoides del Sistema Central, no deberían descartarse para las andesitas otras hipótesis propuestas para explicar la generación de las grandes masas de granitoides, es decir, las ideas que involucran en su formación a la corteza continental.

#### EVOLUCION POSTERIOR DEL AREA

El vulcanismo de Atienza ha de ligarse, por tanto, a un período final de la orogenia herciniana que completa la estructuración de una litosfera continental, en lo que hoy representa el Macizo Hespérico.



Por otra parte, es posible distinguir claramente una evolución tectónica alpina diferente de la evolución pérmica o finihercínica descrita en los apartados anteriores. A partir del Triásico penetra hacia el interior del Macizo Hespérico, alcanzando la región de Atienza, un régimen distensivo que causa la reactivación de fracturas de dirección NW-SE (VEGAS, 1975). La reactivación de estas fracturas condiciona la sedimentación de los materiales jurásicos como aspecto paleogeográfico más relevante. En esta etapa distensiva (Triásico a Cretácico Superior) se estructura el aulacógeno, desarrollándose un nuevo volcanismo (ALVARO *et al.*, 1979).

Estos dos diferentes estadios evolutivos de la cadena Ibérica: Pérmico y Mesozoico corresponden con dos episodios volcánicos diferentes. El primero, de carácter calcoalcalino, está en relación con la etapa final de la evolución hercínica; a él pertenecen el volcanismo de Atienza y otros semejantes, y a grandes rasgos coetáneos, de la Cadena. El segundo ciclo de edad mesozoica está ligado a la etapa distensiva y, por consiguiente, es de naturaleza muy distinta a la calcoalcalina. Esquemas similares con dos ciclos de volcanismo (tardihercínico y alpino) han sido descritos en otras regiones europeas (BEBIEN *et al.*, 1980).

Posteriormente, la Península Ibérica es sometida a compresión (Eoceno a Mioceno medio), transmitiéndose este régimen a su interior con la consiguiente formación de la Cordillera Ibérica (aulacógeno deformado) y el Sistema Central (cadena de bloques intraplaca). La surrección de estas zonas ha permitido la exhumación de los afloramientos volcánicos pérmicos previamente fosilizados por la sedimentación triásica.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVARO, M.; CAPOTE, R., y VEGAS, R. (1979): «Un modelo geotectónico para la evolución de la Cadena Celtibérica». *Libro-Homenaje al Prof. Solé Sabarís*.
- ANCOCHEA, E.; PERNI, A., y HERNÁN, F. (1980): «Caracterización geoquímica del vulcanismo del área de Atienza (provincia de Guadalajara, España)». *Estudios Geol.*, 36, 327-337.
- ARTHAUD, F., y MATTE, P. (1977): «Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa: Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals». *Geol. Soc. America Bull.*, 88: 1305-1320.
- BAILEY, J. C. (1981): «Geochemical criteria for a refined tectonic discrimination of orogenic andesites». *Chemical Geology*, 32: 139-154.
- BEBIEN, J., y GAGNY, C., y cols. (1980): «Volcanites du Précambrien au Cretace et leur signification géostructurale», en *Evolutions géologiques de la France*. Mem. BRGM, Francia, 107: 99-135.

- DEWEY, J. F., y BURKE, K. C. A. (1973): «Tibetan, Variscan and Precambrian basement reactivation: Products of continental collision». *Jour. Geol.*, 81: 683-692.
- EWART, A. (1976): «Mineralogy and chemistry of modern orogenic lavas. Some statistics and implications». *Earth Plan. Sc. Lett.*, 31: 417-432.
- GREEN, T. H. (1969): «High-pressure experimental studies on the origin of anorthosite». *Canadian Jour. Earth Sc.*, 6: 427-440.
- GONZÁLEZ LODEIRO, F. (1980): *Estudio geológico estructural de la terminación oriental de la sierra de Guadarrama (Sistema Central español)*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca (inédito).
- HERNÁN, F.; PERNI, A., y ANCOCHEA, E. (1981): «El vulcanismo del área de Atienza». *Estudios Geol.*, 37, 13-25.
- HERNANDO, S. (1973): «El pérmico de la región de Atienza-Somolinos (provincia de Guadalajara)». *Bol. Geol. Min.*, 84: 231-235.
- (1977): *Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza*. Sem. de Estratigrafía, S. Monográfica, 2: 1-408.
- HERNANDO, S.; SCHOTT, J. J.; THUIZAT, R., y MONTIGNY, R. (1980): «Age des andesites et des édiments iterstratiphies de la région d'Atienza (Espagne): étude stratigraphique, geochronologique et paléomagnétique». *Sc. Géol. Bull.*, 32: 119-128.
- INNOCENTI, F.; MAZZUOLI, R.; PASQUARE, G.; RADICATI DI BROZOLO, F., y VILLART, L. (1975): «The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia: Geochronological data on Rayseri-Nidge area». *Geol. Mag.*, 112: 349-360.
- (1976): «Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastern Turkey)». *Jour. Volc. Geoth. Res.*, 1: 103-112.
- JAKES, P., y WHITE, A. (1971): «Composition of island arcs and continental growth». *Earth Plan. Sc. Lett.*, 12: 224-230.
- MENDES, F.; FUSTER, J. M.; IBARROLA, E., y FERNÁNDEZ, S. (1972): «L'age de quelques granites de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central español)». *Rev. Fac. Cienc. Lisboa*, 17: 345-365.
- TAYLOR, S. R. (1969): «Trace element chemistry of andesites and associated calcalkaline rocks» (in *Proc. Andesite Conference*, A. R. McBirney, ed.). *Dept. Geol. Min. Res. Oregon Bull.*, 65, 43-64.
- VEGAS, R. (1975): «Wrench (transcurrent) fault system of the southwestern Iberian Peninsula. Paleogeographic and morphostructural implications». *Geol. Rdschau.*, 64: 266-278.
- (1980): «Carboniferous subduction complex in the South Portuguese Zone coeval with basement reactivation and uplift in the Iberian Massif». *Cuad. Lab. Xeoloxico de Laxe*, 1: 187-202.
- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A., y SOPENA, A. (1973): «Nota previa sobre el Pérmico de la cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central». *Acta Geol. Hispánica*, 8: 73-80.
- (1977): «La sedimentation permienne au centre de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 15 (5, 6): 109-112.