

# Los diques traquiandesíticos asociados al plutón granodiorítico de Los Pedroches (batolito de Los Pedroches, España)

*Trachyandesite dykes associated to the Los Pedroches granodioritic pluton (the Los Pedroches batholith, Spain)*

F.J. Larrea, M.Carracedo, I. Yusta, L.A. Ortega, y J.I. Gil Iburguchi

Dpto. de Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, Aptdo.644, 48080 Bilbao, España.

## ABSTRACT

The Los Pedroches batholith is cross cut by an important dyke complex, particularly well developed in the central sector. Dykes are mainly trachyandesite, dacite, rhyolite, whole emplacement history of the Los Pedroches batholith accounting for the present disposition of plutonic and dyke rocks.

**Key words:** dyke swarm, Los Pedroches batholith, caferic associations, subalkaline (or monzonitic) subtype.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 586-589  
ISSN: 0213683X

## Introducción

El batolito tardihercínico de Los Pedroches está atravesado por un importante complejo filoniano, particularmente bien desarrollado en su sector central (Fig. 1). Dejando a un lado las características manifestaciones filonianas tardimagnéticas generalmente asociadas a los plutones graníticos (aplitas, pegmatitas y cuarzo) el complejo subvolcánico se encuentra principalmente representado por diques de composición traquiandesítica, dacítica y riolítica (Carracedo *et al.*, 1993, 1994). Hacia el extremo NW de la alineación magmática (sector de Quintana - Castuera), afloran además diques lamprofídicos y diabásicos tardíos, de afinidad alcalina a toleítica, probablemente emplazados en el Mesozoico en relación con el proceso de rifting de la Pangea que culmina con la apertura del actual Atlántico Norte.

Este trabajo se centra particularmente en la caracterización petrológica de los diques de composición traquiandesítica.

## Contexto geológico

El batolito de Los Pedroches está situado en el sector meridional de la Zona Centro-Ibérica (Macizo Ibérico; Robardet, 1976). Se extiende en dirección WNW-ESE a lo largo de más de 200 km, con una anchura variable entre 8 y 30 km. Ocupa una superficie aproximada de 3500 km<sup>2</sup>, constituyendo uno de los elementos geológicos más característicos de la arquitectura hercínica Ibérica (Fig. 1).

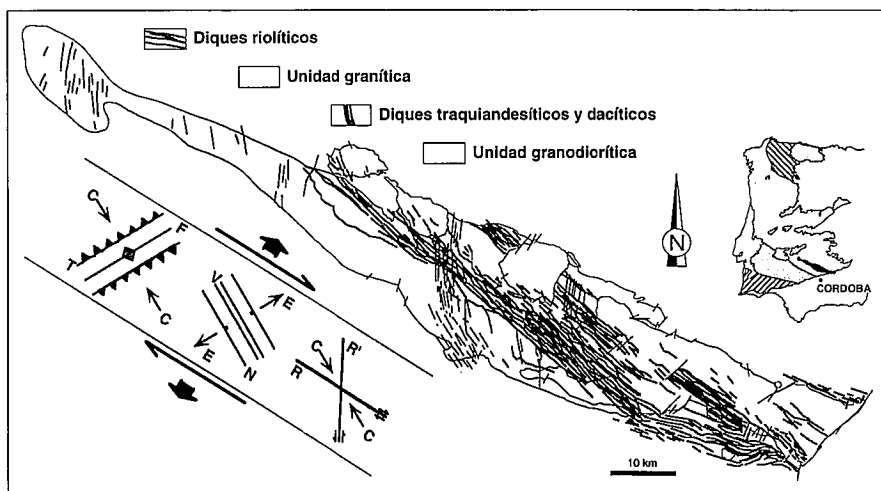


Fig. 1.- Esquema cartográfico del batolito de Los Pedroches en el que figura el modelo de emplazamiento para los diques traquiandesíticos en un régimen tectónico transtensional. El esquema tectónico de la zona de cizalla está basado en Sanderson & Marchini (1984)

Fig. 1.- Geological sketch map of the Los Pedroches batholith with the emplacement model for the trachya-andesite dykes in a transtensional tectonical setting. Fracture types in shear zone according to Sanderson & Marchini (1984).

La alineación magmática se compone básicamente de dos unidades de composición ácida: granodiorítica y granítica (Fig. 1). La unidad granodiorítica está formada por granodioritas biotíticas ± anfíbol, calcoalcalinas, moderadamente metaaluminosas a débilmente peraluminosas y ricas en K<sub>2</sub>O (Fig. 2 y 3). La unidad granítica está constituida esencialmente por monzogranitos biotíticos porfídicos ± cordierita, moderadamente peraluminosos. Granodioritas y granitos definen una asociación aluminico-cafémica calcoalcalina y rica en K<sub>2</sub>O (Carracedo, 1991).

El emplazamiento de los magmas que forman el batolito está controlado por una zona de cizalla de escala crustal, de dirección N120 - 130E, desarrollada en un régimen transtensional (Aranguren *et al.*, 1995). La intrusión en niveles corticales anqui-epizonales (<4km; Pascual, 1984), sobre materiales de edad comprendida entre el Proterozoico terminal y el Namuriense basal, se produce con posterioridad a la actuación del principal episodio de deformación hercínica en la región, de edad Namuriense. La unidad granítica (Rb-Sr: 300 ± 6 Ma; Fernández *et al.*, 1990) es ligeramente posterior a la granodiorítica (Rb-Sr: 307 ± 2

Ma; Cueto *et al.*, 1991) aunque en algunos sectores las relaciones de campo entre ambas son transicionales y el emplazamiento puede ser prácticamente coetáneo.

**Diques traquiandesíticos**

*Relaciones de campo*

Los diques traquiandesíticos intruyen tanto a la unidad granodiorítica como al encajante próximo y están cortados por los diques dacíticos y riolíticos así como por aplitas y filones de cuarzo. En algunas ocasiones estos diques están rotos y englobados en la granodiorita huésped, mientras que en otras engloban enclaves de la misma: muestran relaciones sin-plutónicas con el magma granodiorítico. No están relacionados con los plutones graníticos.

Adoptan direcciones tendentes a N-S (N30W a N15E) y buzamientos subverticales cuando intruyen en terrenos ígneos, pero se disponen según direcciones N130-140E, subparalelas a las directrices estructurales hercínicas, cuando intruyen al encajante carbonífero. Sus potencias y longitudes oscilan entre 0.5-15 m y 0.4-8 km respectivamente. Normalmente están acompañados por diques dacíticos, con los que forman haces lineales (de 5-60 diques) que se extienden por zonas que cubren varios kilómetros cuadrados de superficie (hasta 5 km de anchura por 10 km de longitud). En algunos casos los diques traquiandesíticos y los dacíticos -mas tardíos- se emplazan aprovechando las mismas zonas de fractura formando diques compuestos.

*Petrografía y fábrica*

Los diques traquiandesíticos están constituidos por rocas microporfídicas-porfídicas, con microfenocristales-fenocristales de plagioclasa (An40-32; 1 mm a 3 cm), cuarzo (1 mm a 1 cm), biotita hexagonal (1 a 3 mm), ± fenocristales idiomorfos de anfíbol (hornblenda actinolítica a actinolita-tremolita; 1 mm - 2 mm) inmersos en una matriz afanítica microcristalina de color muy oscuro, compuesta por plagioclasa, biotita, anfíbol (hornblenda actinolítica a actinolita-tremolita), ± cuarzo, ± feldespato potásico. Circón, apatito, ilmenita, magnetita, esfena y esporádica allanita son accesorios. Los fenocristales de cuarzo están normalmente corroídos y/o rodeados de una corona de anfíbol (hornblenda a actinolita-tremolita) y/o biotita, desarrollando típicas texturas ocellares. Es característica la existencia de agregados policristalinos complejos («clots») de anfíbol (actinolita-tremolita), biotita, clorita, serpentina y opacos, procedentes de la desestabilización de microfenocristales de minerales ferromagnesianos previos, probablemente piroxenos. Algunos fenocristales de plagioclasa pre-

sentan un núcleo con textura «spongy cellular» (Hibbard, 1995) recrecido por plagioclasa zonada. La matriz es microcristalina y de textura variable entre hipidiomórfica equigranular y fluidal.

La fábrica es masiva y, a simple vista, isotrópica. Localmente se observan estructuras de flujo, marcadas por la orientación de fenocristales de plagioclasa, paralelos a las paredes de los diques. Los diferentes diques traquiandesíticos presentan notables variaciones en la relación fenocristales/matriz, sin embargo a escala individual son en general homogéneos. Engloban enclaves microcristalinos máficos cognates, además de enclaves granodioríticos.

*Clasificación*

La clasificación mineralógico-petrográfica de estas rocas es problemática debido al tamaño de grano de la matriz. No obstante, los análisis modales realizados se proyectan mayoritariamente en el campo de los basaltos/andesitas del diagrama QAPF para rocas volcánicas y en los campos de las cuarzo-dioritas/cuarzo-gabros y cuarzo-monzodioritas/cuarzo-monzogabros del triángulo QAPF para rocas plutónicas (IUGS, 1989). En función de la clasificación TAS (IUGS, 1989) son traquiandesitas potásicas o latitas mientras que en función del diagrama P-Q (Debon y Le Fort, 1983) son cuarzo-monzonitas y cuarzo-monzodioritas (Fig. 3).

*Geoquímica*

Son rocas intermedias (SiO<sub>2</sub> = 54-65 wt%), metaaluminosas (A/CNK=0.83), con contenidos elevados en ferromagnesianos ((Fe+Mg+Ti) = 217) y potasio (K<sub>2</sub>O) = 3.9) (Tabla 1, Fig. 2). Integran una asociación

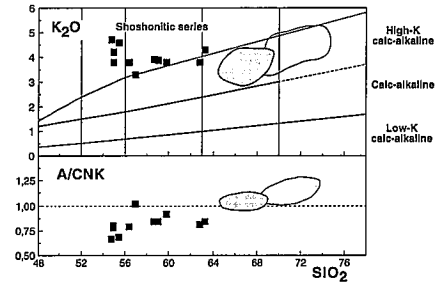


Fig. 2.- Diagramas K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> (Peccerillo & Taylor, 1976) and A/CNK-SiO<sub>2</sub> variation diagrams for the trachyandesite dykes and the two plutonic units of the Los Pedroches batholith. Solid squares: trachyandesite dykes; dark gray: granodiorite unit; light gray: granite unit.

Fig. 2.- K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> (Peccerillo & Taylor, 1976) and A/CNK-SiO<sub>2</sub> variation diagrams for the trachyandesite dykes and the two plutonic units of the Los Pedroches batholith. Solid squares: trachyandesite dykes; dark gray: granodiorite unit; light gray: granite unit.

caféica de carácter subalcalino o monzonítica (shoshonítica) (en el sentido de Debon & Le Fort, 1983; Figuras 2 y 3). Las pautas de variación geoquímica se caracterizan por un descenso en el contenido en TiO<sub>2</sub>, FeO, MgO, CaO y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y un enriquecimiento en Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O con el incremento en SiO<sub>2</sub>. A nivel de elementos traza, Ba, Ni, Rb, V y Zn muestran un comportamiento compatible, en tanto que los demás elementos no definen tendencias claras. Los contenidos en REE son elevados (ΣREE > 500) y sus espectros se

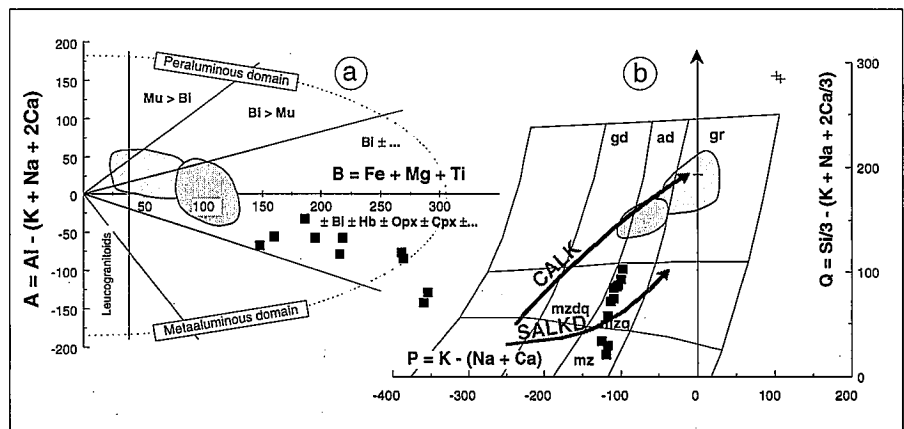


Fig. 3.- Diagramas A-B (a) and P-Q (b) (Debon & Le Fort, 1983) for the trachyandesite dykes and the two plutonic units of the Los Pedroches batholith. Solid squares: trachyandesite dykes; dark gray: granodiorite unit; light gray: granite unit.

Fig. 3.- A-B (a) and P-Q (b) diagrams (Debon & Le Fort, 1983) for the trachyandesite dykes and the two plutonic units of the Los Pedroches batholith. Solid squares: trachyandesite dykes; dark gray: granodiorite unit; light gray: granite unit.

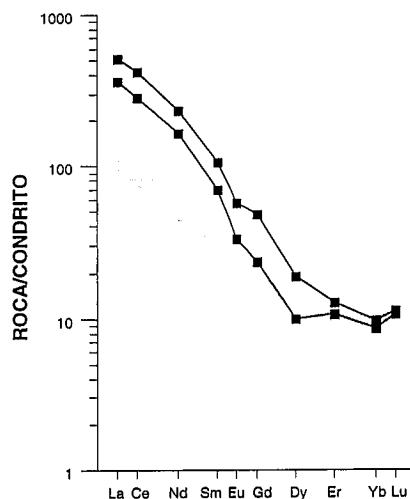


Figura 4.- Contenidos en REE normalizados respecto a contenidos condriticos (Evensen et al., 1978): Cuadrados rellenos: diques traquiandesíticos; trama gris: variación de las composiciones para la unidad granodiorítica.

Figure 4.- REE abundances normalized to chondrite for rocks of the Los Pedroches batholith (Evensen et al., 1978). Trachyandesite (solid squares); in gray: range of compositions for the granodiorite.

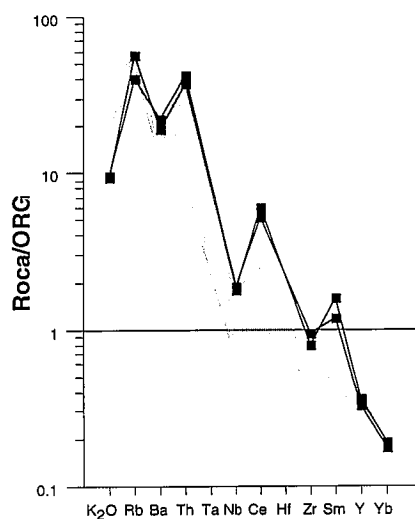


Fig. 5.- Spiderdiagramas normalizados frente al ORG (Pearce et al., 1984) para rocas del batolito de Los Pedroches. Cuadrados rellenos: diques traquiandesíticos; trama gris: variación de las composiciones para la unidad granodiorítica

Fig. 5.- Spiderdiagram normalized to ORG for rocks of the Los Pedroches batholith (Pearce et al., 1984). Trachyandesite (solid squares); in gray: range of compositions for the granodiorite.

caracterizan por presentar un gran enriquecimiento en las LREE con respecto a las HREE, sin que se observe anomalía alguna en el comportamiento del Eu (Fig. 4). La normalización respecto al ORG (Pearce et al. 1984) muestra espectros semejantes a las rocas de ambientes colisionales (syn-collision, post-collision) o a las de arco volcánico tipo Chile (Fig. 5).

### Relación entre los diques traquiandesíticos y el batolito de Los Pedroches

Los datos cartográficos señalan que existe una estrecha relación espacial entre los diques traquiandesíticos y la unidad granodiorítica puesto que estos diques afloran sólo en terrenos granodioríticos y en su región de exocontacto, normalmente sin extenderse más allá de la aureola de metamorfismo térmico (Fig. 1). También a nivel temporal los episodios plutónicos y subvolcánicos están relacionados. Aunque no se han realizado hasta el momento dataciones radiométricas de los diques traquiandesíticos, como éstos cortan y/o son sin-plutónicos con la unidad granodiorítica y en consecuencia ligeramente anteriores a la unidad granítica, su edad debe estar comprendida entre  $307 \pm 2$  Ma, edad del plutón granodiorítico de Los Pedroches (Cueto et al., 1991) y  $300 \pm 6$  Ma, edad del plutón granítico de El Guijo (Fernández et al., 1990). El emplazamiento de los diques traquiandesíticos está restringido a épocas carboníferas y está acotado en el tiempo por la intrusión de los episodios plutónicos más importantes del batolito.

El emplazamiento del batolito de Los Pedroches está controlado por una zona de cizalla transtensiva de escala crustal que se manifiesta en superficie en la existencia de diversas zonas de cizalla que deforman fundamentalmente el borde norte del batolito (Aranguren et al., 1995; Aranguren et al., en prensa). La situación transtensiva se mantiene durante la intrusión y enfriamiento de las dos unidades plutónicas, controlando también el emplazamiento de los diques. Los diques traquiandesíticos, integrados junto con los dacíticos en haces lineales de dirección variable entre N15E-N30W, explotan fracturas Riedel de tipo R' (Fig. 1) que se generan antes de la completa solidificación del magma granodiorítico, con el cual son en ocasiones sin-plutónicos.

Los diques traquiandesíticos no tienen un equivalente plutónico a escala batolítica. El carácter cafémico subalcalino o monzonítico (shoshonítico) sugiere un origen mantélico para el magma. Los datos experimentales existentes indican que la fusión de protolitos crustales metaigneos incluso altos en  $K_2O$  no origina fundidos tan ricos en potasio como los shoshoníticos (Roberts & Cle-

mens, 1993) pero sí pueden proceder de la fusión parcial de una fuente mantélica rica en K (Wilson, 1989). Estos diques podrían representar magmas ya evolucionados y probablemente algo hibridados con el fundido granodiorítico, con el cual presentan en ocasiones relaciones sin-plutónicas. Este tipo de magmas de afinidad monzonítica está relacionado frecuentemente con situaciones transtensionales generadas en relación con episodios de tipo «post-collision uplift» (Barbarin, 1990; Bonin, 1990; Lagarde et al., 1992) como la propuesta para explicar el emplazamiento del batolito de Los Pedroches (Carracedo, 1991; Aranguren et al., 1995; Aranguren et al., en prensa).

Distintos modelos realizados por Larrea et al. (en éste mismo número) sugieren que el magma traquiandesítico, en origen probablemente traquibasáltico, podría representar el polo más básico mantoderivado en un hipotético proceso de hibridación de fundidos mantélico-corticales que da lugar al magma que forma la unidad granodiorítica de Los Pedroches. Procesos de este tipo han sido invocados por diferentes autores en base a criterios petrográficos, mineralógicos y geoquímicos para explicar la génesis de la unidad granodiorítica de Los Pedroches (Castro, 1990; Castro et al., 1990; de la Rosa y Quintero 1995; Defalque et al., 1992). Algunos enclaves microgranulares máficos característicos de la unidad granodiorítica pueden ser cogenéticos con estos diques.

### Conclusiones

Los diques traquiandesíticos asociados al batolito de Los Pedroches integran una asociación cafémica de carácter subalcalino o monzonítica (shoshonítica) de probable origen mantélico. Se emplazan aprovechando fracturas Riedel de tipo R' generadas en un régimen transtensivo desarrollado durante una situación de tipo «post-collision uplift». Podrían representar el polo básico mantoderivado en un hipotético proceso de hibridación de fundidos mantélico-corticales que da lugar al magma que forma el plutón granodiorítico de Los Pedroches.

### Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo económico de los Proyectos de Investigación UPV EA090/95, EB033/93 y EA125/94.

### Referencias

Aranguren, A.; Carracedo, M.; Larrea, F.; Cuevas, J. y Tubía, J.M. (1995): *Terra abstracts*, 7, 138  
Aranguren, A.; Larrea, F.; Carracedo, M.; Cue-

- vas, J. y Tubía, J.M. (en prensa). Bouchez, J.L.; Hutton, D. y Stephens, W.E. (Eds). *Kluwer Academic Publishers*
- Barbarin, B. (1990): *Geol. Jour*, 25, 227-238
- Bonin, B. (1990): *Geol. Jour*, 25, 261-270
- Castro, A. (1990): *Rev. Soc. Geol. España* 3, 7-21
- Castro, A.; Moreno-Ventas, I. y de la Rosa, J.D. (1990): *Geol., Jour* 25, 391-404
- Carracedo, M. (1991): *Tesis Doctoral Univ. del País Vasco*, 427 pp.
- Carracedo, M.; Larrea, F.J.; Ortega, L.A. y Gil Ibarguchi, J.I. (1993): *Com. XII Reun. Geol. Oeste Penins.*, 1, 167-178.
- Carracedo, M.; Larrea, F.J.; Ortega, L.A. y Gil Ibarguchi, J.I. (1994): *Terra abstracts* 6, 5, 9
- de la Rosa, J.D. y Quintero, M. (1995): *Geogaceta*, 18, 165-168
- Cueto, L.A.; Fernández, F.J.; Larrea, F.J.; Lasala, M.J.; Quesada, C. y Reyes, J. (1991): *IV Congres. Geoquim. España*.
- Debon F & Le Fort P (1983): *Trans. Roy. Soc. Edin*, 73, 13-149
- Defalque, G.; Démaiffe, D.; Dumont, P. y Lalieux, Ph. (1992): *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 115, 1, 77-89
- Evensen, M.M.; Hamilton, P.J. y O' Nions, R. (1978): *Geochim. Cosmoch. Acta*, 42, 1199-1212
- Fernández, F.J.; Cueto, L.A.; Larrea, F.J. y Quesada, C. (1990): *Cuad Lab Xeol Laxe*, 15, 89-103
- Hibbard, M.J. (1995): *Prentice Hall*, 587 pp.
- I.U.G.S. (1989): Le Maître, W. (ed.) *Blackwell Scientific Publications*, 193 pp.
- Lagarde, J.L.; Capdevila, R. y Fourcade, S. (1992): *Bull. Soc. Geol. France*, 5, 596-610
- Larrea, F. J.; Carracedo, M.; Ortega, L. A.; Gil Ibarguchi, J.I. y Alonso Olazabal, A. (en prensa). *Geogaceta*, 22.
- Pascual, E. (1984): *Publ. Mus. Lab. Miner. Geol. Univ. Coimbra*, 97, 40-50
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W. y Tindle, A.G. (1984): *Jour. Petrol.*, 25, 4, 956-983
- Peccerillo, A. y Taylor, S.R. (1976): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63-81
- Robardet, M. (1976): *C.R. Acad. Sci. Paris*, 283, D, 999-1002
- Roberts, M.P. y Clemens, J.D. (1993): *Geology*, 21, 825-828
- Sanderson, D.J. y Marchini, V.R.D. (1984): *Jour. Struct. Geol.*, 6, 449-458
- Wilson, M. (1989): *Unwin Hyman*, 466 pp.

	Traquiandesitas (n=11)			
	M	m	$\bar{x}$	Stdev
SiO <sub>2</sub>	63.33	54.73	57.90	3.10
TiO <sub>2</sub>	1.11	0.70	0.91	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.50	14.22	15.10	0.71
FeO (t)	6.73	3.88	5.43	0.82
MgO	7.82	3.19	5.55	1.56
CaO	5.84	3.76	4.74	0.74
MnO	0.21	0.07	0.12	0.04
Na <sub>2</sub> O	3.89	2.93	3.48	0.32
K <sub>2</sub> O	4.69	3.28	4.00	0.41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.98	0.40	0.68	0.19
A/CNK	1.02	0.66	0.82	0.10
B param	290	148	226	50
Ba	2197	627	1334.0	548.8
Be	6	5	5.5	0.4
Cr	306	109	203.0	77.5
Ga	33	29	31.0	1.8
Nb	22	18	20.0	1.8
Ni	167	52	110.4	38.0
Rb	246	128	171.0	36.0
Sr	1526	544	823.1	259.3
V	132	81	107.7	16.3
Y	31	20	25.5	3.1
Zn	117	54	79.6	22.2
Zr	487	191	323.5	93.7
La	125.27	89.12	106.57	18.11
Ce	266.05	183.00	220.40	42.14
Nd	111.34	78.00	96.11	16.86
Sm	16.37	10.60	13.72	2.91
Eu	3.34	1.92	2.46	0.77
Gd	9.77	4.83	7.02	2.52
Dy	4.74	2.52	3.71	1.12
Er	2.10	1.76	1.96	0.18
Yb	1.61	1.40	1.51	0.11
Lu	1.26	0.27	0.60	0.57
ΣREE	540.87	373.42	454.06	83.89

Tabla 1.- Datos de elementos mayores y trazas de los diques traquiandesíticos asociados al batolito de Los Pedroches (n: número de muestras; M: máximo; m: mínimo; : media; stdv: desviación standard)

Table 1.- Major and trace element data for the dyke complex of the Los Pedroches batholith (n: sample number; M: maximum; m: minimum; : average; stdv: standard deviation).