

## Contexto tectónico y rasgos petrológicos de los complejos plutónicos del margen SW del Cinturón Batolítico Peninsular, Baja California, México

Luis A. Delgado-Argote\*, Porfirio Avilez Serrano, Xóchitl Torres Carrillo, Tomás A. Peña Alonso, Bodo Weber, División de Ciencias de la Tierra, CICESE. Ensenada, Baja California, México

\*[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx); [pavilez@cicese.mx](mailto:pavilez@cicese.mx); [xtorres@cicese.mx](mailto:xtorres@cicese.mx); [alepena@cicese.mx](mailto:alepena@cicese.mx); [bweber@cicese.mx](mailto:bweber@cicese.mx).

### Resumen

Afloramientos continuos de rocas plutónicas del Complejo Batolítico Peninsular (CBP) están expuestos desde el sur de Los Ángeles, California, E.U.A., hasta el paralelo 28°N, en la península de Baja California, México (Fig.1). De acuerdo con su mineralogía, elementos traza, edad y otros indicadores isotópicos, geoquímicos y físicos, los intrusivos pueden agruparse en la Zona Occidental u Oriental separadas por la línea Magnetita-Ilmenita de la Fig. 1 definida por Gastil et al. (1990; Schmidt et al., 2002; Symons et al., 2003). En ambas zonas los plutones son cretácicos y, en términos generales, puede afirmarse que sus basamentos son contrastantes: de arco primitivo Jurásico-Cretácico en el oeste y continental Paleozoico en el este. De acuerdo con Symons et al. (2003) y nuestros resultados, las características principales de los plutones occidentales /orientales consisten en que la mayoría son <100 km<sup>2</sup> / 400-1,400 km<sup>2</sup>, litológicamente incluyen gabro / gabro ausente, el rango de edades U-Pb es 105-120 Ma / 90-100 Ma, los patrones de HREE son planos con anomalía negativa de Eu / pendiente fuerte sin anomalía de Eu, contienen magnetita e ilmenita / sólo ilmenita, susceptibilidad magnética alta / baja, las anomalías aeromagnéticas típicamente varían entre 20 y 2000 gamas / <20 gamas. En el mismo sentido comparativo, el ambiente geológico se caracteriza por las asociaciones sintectónicas / posttectónicas, arco de islas sobre piso oceánico / arco continental.

Para documentar las características de las zonas mencionadas se estudiaron con diferente detalle, desde petrológico hasta geofísico, 14 cuerpos plutónicos discretos en un área de más de 1,500 km<sup>2</sup> (Fig.2). Como resultado, se observa que el área de trabajo puede subdividirse en tres subzonas: La zona I incluye plutones formados por asociaciones de gabro-diorita-tonalita con magnetita, titanomagnetita e ilmenita en exsoluciones; la zona II contiene diorita-cuarzodiorita-tonalita con magnetita y esfena; la zona III contiene cuarzodiorita-tonalita con ilmenita, rutilo y esfena. La composición litológica y edad propuesta de la roca

encajonante indica el ambiente de arco de islas en las zonas I y II, y de arco continental en la III (ver Tabla 1).

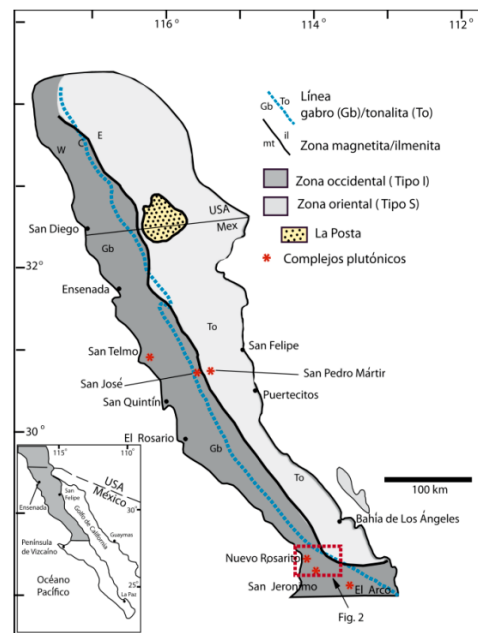


Fig. 1. Zonificación del Cinturón Batolítico Peninsular de acuerdo con criterios petrológicos (Modificado de Schmidt et al., 2002). Obsérvese el paralelismo entre las líneas gabro/ tonalita (Gastil, 1983) y magnetita / ilmenita (Gastil et al., 1990). El recuadro en rojo indica el área de estudio.

La complejidad estructural de los cuerpos plutónicos, en particular los plutones 1, 2, 3 y 5 de las zonas I y II se debe a la yuxtaposición de las unidades cristalinas de los arcos del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano (Js-Ki) y Cretácico Temprano-Tardío (Ki-s; arco Alisitos); a este último se asocia el CBP. Los plutones de la zona II intrusionan casi en su totalidad a secuencias volcánicas y volcanosedimentarias de intra y tras-arco del arco del Js-Ki que estaban isoclinalmente deformadas durante el Ki-s. La zona I, donde cambia de

orientación el CBP de NW-SE a E-W, en Nuevo Rosarito (Peña Alonso et al., en prensa) y localidades al NW y SE, se caracteriza porque los plutones Ki-s están intensamente deformados. Otras observaciones en las secuencias Js también evidencian deformación transpresiva durante el desarrollo del arco Alisitos. El análisis estructural de las secuencias volcanosedimentarias del Js-Ki encajonantes muestran que las cuencas de depósito se cerraron y deformaron antes del Ki. Entre la costa Pacífico y ~40 km al E, los plutones del arco Alisitos varían de gabro-tonalíticos a tonalíticos según la relación decreciente de Ca/Na en las plagioclasas. Generalmente los plutones más máficos del W forman complejos anidados más pequeños que los de composición intermedia que, hacia el E, alcanzan dimensiones batolíticas. Los datos magnetotélúricos muestran que los complejos del W tienden a ser más verticales y profundos que los de composición intermedia (Pamplona Pérez et al., 2009). Esta geometría concuerda con la interpretación sobre la forma de emplazamiento de magmas máficos poco viscosos descritos en el batolito San Jerónimo (Torres Carrillo et al., en prensa), donde hay una buena correlación entre la composición litológica, susceptibilidad magnética y respuesta aeromagnética de una zona con altas anomalías de magnetita. Los resultados geoquímicos muestran que los intrusivos son metaluminosos, grafican en el límite cálcico-calcoalcalino y resultan de procesos de cristalización fraccionada; en los diagramas Harker las rocas volcánicas Js encajonantes son más ricas en Cr, MgO y CaO que las volcánicas del arco Alisitos.

Con respecto a los plutones de la zona III, es clara su naturaleza con la zona oriental rica en ilmenita definida por Gastil et al. (1990), aunque la ubicación y arreglo lineal NW-SE difiere por la presencia del batolito Compostela (13) de la Fig. 2. La inflexión en los límites entre zonas de la figura anterior sugiere que, si el emplazamiento de los plutones Ki-s estuvo influenciado por la deformación de las secuencias del arco Js-Ki, éstos también fueron desplazados por varios kilómetros hacia el NE por efecto de deformación lateral izquierda, coincidiendo con las cizallas documentadas en el plutón San Jerónimo (4) por Torres Carrillo et al. (en prensa).

De acuerdo con lo anterior, la región con mayores implicaciones tectónicas se encuentra entre los plutones El Marmolito (5) y norte de San Jerónimo (4) pues la deformación sería más intensa y daría claves estructurales para explicar fenómenos de acreción tectónica entre los terrenos ofiolíticos de la zona del Pacífico anteriores al emplazamiento de esta porción del Cinturón Batolítico Peninsular. De esa forma, los trabajos siguientes deben replantear la existencia de terrenos tectonoestratigráficos, por terrenos donde la acreción dominante es magmática, previo el posible acortamiento lateral de hasta el 30% entre los terrenos ofiolíticos y la parte centro-sur de la zona II, donde hay yacimientos de tipo pórfido cuprífero ricos en Au en rocas jurásicas (Weber y López, 2006).

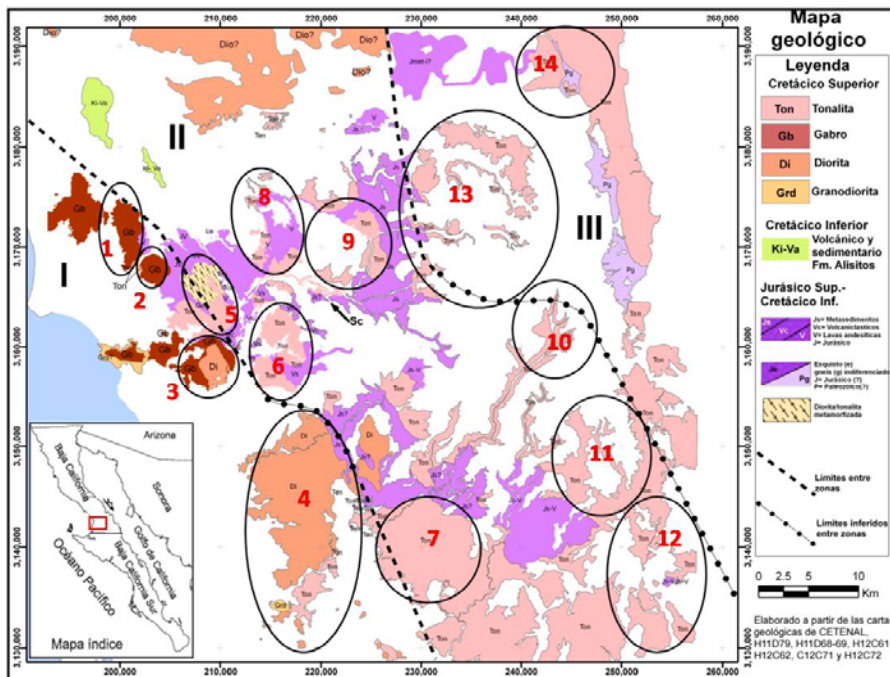


Fig. 2. Mapa geológico del área de estudio indicando las tres zonas definidas por la litología característica y mineralogía de cada complejo plutónico (ver Tabla 1).

Distribución de plutones:  
 Zona I: 1. Nuevo Rosarito, 2. El Sacrificio, 3. El Salinito, 4. San Jerónimo  
 Zona II: 5. La Unión, 6. El Marmolito, 7. La Rinconada, 8. Los Tepetates, 9. El Cardonal, 10. El Paraíso, 11. El Rancho, 12. Los Corrales.  
 Zona III: 12. Compostela, 14. San Borja.

Tabla I. Presencia de minerales de Fe y Ti y otros accesorios en los plutones de las tres zonas del Cinturón Batolítico Peninsular meridional.

	Plutón	Zona	Edad roca encajonante (ca.)	Edad plutón (ca.)	Tipos principales de roca	Mt	TiMt	Il	Ru	Esf	Ap
1	Nuevo Rosarito	Occidental	139	108	Gb, Dio, Ton	X	X	X*	-	-	-
2	Sacrificio	Occidental			Gb, Dio, Ton	X	X	X*	-	-	X
3	Salinito	Occidental	132		Gb, Dio	X	-	X*	-	-	Xp
4	San Jerónimo	Occidental		111, 115	Gb, Dio, Ton	X	-	X*	-	-	Xp
5	La Unión	Centro	151		Qdio, Ton	X	-	X*	-	X	-
6	Marmolito	Centro			Ton	X	-	-	-	X	X
7	Rinconada	Centro		102, 113	Ton	X	-	-	-	X	Xp
8	Tepetates	Centro			Dio, Qdio	X	-	-	-	Xp	Xp
	San Ignacio (afloramiento)	Centro			Dio	X	-	X*	-	-	-
9	Cardonal	Centro			Dio, Ton	X	-	-	-	X	-
10	Paraiso	Centro			Qdio, Ton	X	X	-	-	Xp	-
11	Rancho	Centro			Qdio, Ton	X	-	-	-	Xp	Xp
12	Corrales	Centro			Qdio, Ton	X	-	X*	-	Xp	-
13	Compostela	Oriental	195 (Concordia)		Qdio, Ton	-	-	X	X	Xp	-
14	San Borja	Oriental		<100	Ton	-	X	-	-	X	-

Notas: X=minerales accesorios identificados con el microscopio electrónico de barrido. Todas las edades son resultados preliminares de U-Pb de separados de zircones; la edad de San Borja se refiere a edades de la región según Kimbrough et al., 2001. Todos los minerales fueron analizados en el microscopio electrónico de barrido (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) excepto los indicados como Xp, los cuales fueron identificados por análisis petrográfico, X\*= Exsolución de ilmenita en minerales de la serie de la titanomagnetita. Abreviaturas de minerales: Mt=magnetita, TiMt=titanomagnetita, Il=ilmenita, Ru=rutilo, Esf=esfena, Ap=apatita; de rocas: Gb=gabro, Dio=diorita, Qdio=cuarzodiorita, Ton=tonalita.

### Agradecimientos

Al CONACYT por el financiamiento para que se llevara a cabo el proyecto que lleva por nombre; Ambientes de emplazamiento de los plutones meridionales de Baja California: indicadores petrológicos, estructurales, geológicos, paleomagnéticos y geofísicos. Con número U45817-F

### Referencias

Gastil, R. G., 1983. Mesozoic and Cenozoic granitic rocks of Southern California and Western Mexico. En: J.A. Roddick, editor, Circumpacific plutonic terranes, Geological Society of America, Memoir 159, p. 265-275.

Gastil, R.G., Diamond, J., Knaack, Ch. Wallawander, M., Marshall, M., Boyles, C., Chadwick, B. and Erskine, B., 1990. The problem of the magnetite/ilmenite boundary in southern and Baja California; in: J.L. Anderson, editor, The Nature and Origin of Cordilleran Magmatism, Geological Society of America Memoir 174, p. 19-32.

- Erskine, B., 1990. The problem of the magnetite/ilmenite boundary in southern and Baja California. En: J.L. Anderson, editor, *The Nature and Origin of Cordilleran Magmatism*, Geological Society of America Memoir 174, p. 19-32.
- Kimbrough, D.L., Smith, D.P., Mahoney, J.B., Moore, T.E., Grove, M., Gastil, R.G., Ortega-Rivera, A., 2001. Fore-arc sedimentary response to rapid Late Cretaceous batholith emplacement in the Peninsular Ranges of southern and Baja California. *Geology*, v. 29-6, p.491-494.
- Pamplona Pérez, U., J. M. Romo Jones y L. A. Delgado Argote. 2009. Una zona de acreción tectónica en Baja California identificada mediante datos magnetotélúricos. Reunión Anual 2009, Unión Geofísica Mexicana, Geos. Vol. 29, pp. 144.
- Peña-Alonso, T.A., Delgado-Argote, L.A., Velasco-Tapia, F., Weber, B., and Valencia, V., 2011. Geology and emplacement of the Nuevo Rosarito plutonic suite in the southern Peninsular Ranges batholith, Baja California, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* (en prensa).
- Schmidt, K.L., Wetmore, P.H., Johnson, S.E. y Paterson, S.R., 2002. Controls on orogenesis along an ocean-continent margin transition in the Jura-Cretaceous Peninsular Ranges batholiths. Geological Society of America, Special Paper 365 pp., p. 49-71.
- Symons, D.T.A., Walawender, M.J., Smith, T.E., Molnar, S.E. Harris, M.J. and Blackburn, W.H., 2003. Paleomagnetism and geobarometry of the La Posta pluton, California. En Johnson, S.E., Paterson, S.R., Fletcher, J.M., Girty, G.H., Kimbrough, D.L. and Martin-Barajas, A. (editors), *Tectonic evolution of northwestern Mexico and the southwestern USA*: Boulder, Colorado Geological Society of America Special Paper 374, p. 135-155.
- Torres-Carrillo, X., Delgado-Argote, L.A., Espinosa-Cardena, J.M., Romo-Jones, J.M., 2011. Análisis geológico y aeromagnético de las concentraciones anómalas de Fe en el plutón San Jerónimo en el Cinturón Batolítico Peninsular, Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (en prensa).
- Weber, B. and López Martínez, M., 2006. Pb, Sr, and Nd isotopic and chemical evidence for an oceanic island arc formation of the "El Arco" porphyry copper deposit (Baja California, Mexico). *Mineralium Deposita*, Vol. 40, No. 6-7, p. 707-725.