

GEOCRONOLOGÍA Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL PLÚTON ABANCAY – APURIMAC – PERU

Víctor Lipa Salas¹ & Ticiano Saraiva Dos Santos²

¹Instituto de Geociencias, UNESP, Brasil, danielgeociencias@yahoo.es

²Instituto de Geociencias, UNICAMP, Brasil, ticiano@ige.unicamp.br

INTRODUCCION

El área de estudio está localizada en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, en la región Sur de la ciudad de Abancay.

El propósito principal del presente estudio del plutón Abancay fue contribuir a su conocimiento geológico desde el punto de vista geocronológico, así como a la elaboración de un cuadro evolutivo que integre los diversos eventos geológicos dentro de un diagrama de evolución isotópico. El presente estudio geocronológico forman el complemento científico que va permitir precisar y entender la evolución del tectónica del Plutón Abancay en el tiempo, en la medida en que nuevos datos, bastante precisos (Sm-Nd, U-Pb), permiten conocer más la relación con la naturaleza de los fenómenos tectónicos asociados.

En años anteriores, en el área de interés y zonas adyacentes, se hizo dataciones radiométricas, por otros investigadores en el batolito Abancay y del Plutón Abancay, por los métodos K-Ar e U-Pb (Tabla 1).

Una edad radiométrica del batolito Abancay dio 39.8 ± 1.5 Ma (K-Ar) (Perelló *et al.*, 2002), que posiciona la edad de este batolito en el Eoceno. El Plutón Abancay, tiene una datación U-Pb en zircón de 222 ± 7 Ma (Lancelot *et al.*, 1978), correspondiendo al Triásico superior. La gran diferencia de edades permite evidenciar que en la zona tenemos dos eventos magmáticos importantes y relacionados a procesos tectónicos diferentes.

La región fue afectada por varios eventos tectónicos severos (Marocco, 1975; Pecho, 1981; Cabrera, *et al.*, 1991; Carlotto *et al.*, 1996b), del Eoceno al Oligoceno (fase Incaica) y Oligoceno a Mioceno (fase Quechua) son los pulsos más importantes de la ovogénesis andina (Perelló *et al.*, 2002).

| Região | Unidade | Método | Idade (Ma.) | Observação | Referências |
|---|----------------------------------|----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Sul de Perú: | | | | | |
| Cordilheira Oriental | Batólito Abancay | K-Ar anfibólio | 39.8 +/-1.5 Ma. | COTKART 02 | Perelló <i>et al.</i> (2002) |
| Cordilheira Oriental | Batólito Abancay | K-Ar | 35.1+-3.1 Ma. | | Carlotto (1998) |
| Cordilheira Oriental- Cordilheira Occidental | Intrusivo tectonizado Abancay | U-Pb zircão | 222+-7 Ma. | P465 | Lancelot <i>et al</i> (1978)(?) |
| Bolivia: | | | | | |
| Cordilheira Oriental- Cordilheira Occidental | Plúton Zongo-Yani | U-Pb 2-mica | 222.2+7.7/-9.1 Ma | Facies foliadas fortes | Farrar <i>et al.</i> (1990) |
| Cordilheira Oriental- Cordilheira Occidental | Plúton Zongo-Yani | U-Pb 2 mica | 225.1+4.1/-4.4 Ma. | Facies foliadas fracas | Farrar <i>et al.</i> (1990) |

Tabla 1 Edades isotopicas citadas en el texto.

El Plutón Abancay es un cuerpo plutónico compuesto de ortogneises, metagranodioritas y metatonalitas de edad Triásico Superior.

Debido a las características texturales de este plutón como orientación de sus minerales y alternancia de bandas máficas y félsicas, este plutón fue interpretado como formado por rocas metamórficas de edad Pré-Cambriana (Marocco, 1975).

Para el estudio isotópico del Plutón Abancay fueron seleccionados 6 muestras distribuidas dispersas en la área de estudio; de las muestras seleccionadas, 4 representan a la zona deformada ZD y las otras 2 a la zona poco deformada ZPD. 5 de estas muestras fueron sometidas al análisis Sm-Nd para determinar la edad TDM y 2 muestras fueron analizadas para determinar la edad de cristalización de la roca por el método U-Pb en zircón (Fig. 1, tablas 2, 3).

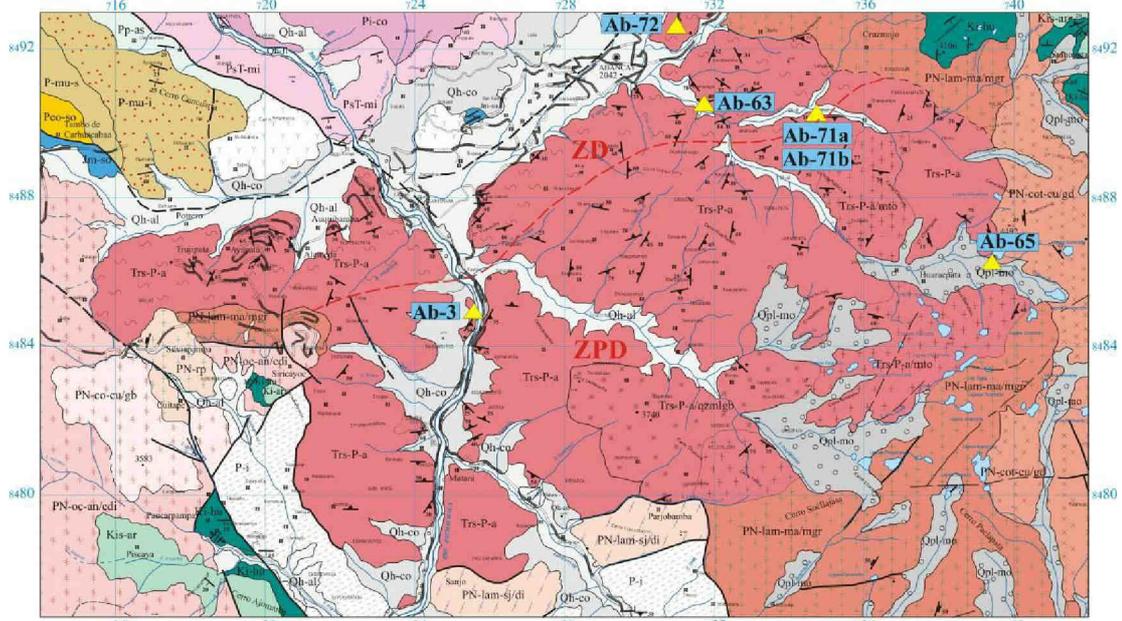


Fig. 1 Localización de las muestras con determinaciones geocronológicas.

RESULTADOS GEOCRONOLÓGICOS

En el área de exposición en la zona deformada ZD del Plutón Abancay fueron recolectadas cuatro muestras para análisis geocronológica Sm-Nd y U-Pb: Ab-63, Ab-71a, Ab-71b e Ab-72 (Tablas 2, 3). En esta zona las muestras presentan generalmente bandeamiento de minerales félsicos y máficos muy característicos. La muestra Ab-72 es del ortogneis anfibolítico donde se tiene mayor presencia de minerales máficos. De la zona poco deformada (ZPD) fueron colectadas dos muestras para análisis geocronológica Sm-Nd y U-Pb: Ab-3, Ab-65 (Tablas 2, 3).

En la zona deformada ZD, el ortogneis (Ab-63) fue analizado por el método U-Pb en zircón, teniéndose la edad de cristalización del Plutón Abancay, obtenida a partir del análisis tres fracciones de zircón. En el diagrama de concordia se tiene el alineamiento de los puntos definiendo un intercepto superior que determina la edad de cristalización del Plutón Abancay hace 216 ± 1.3 Ma con un MSWD = 0,043 (Fig. 2). Las edades modelo (T_{DM}) (Ab-71a, Ab-71b, Ab-72) están entre 789 a 1020 Ma, indicando que el proceso de diferenciación manto-corteza del magma parental se dio del Neoproterozoico a Mesoproterozoico (Fig. 4). La figura 4, muestra también parámetros ϵNd negativos, indicando que la fuente del magma es cortical o sufrió contaminación de material cortical.

En la zona poco deformada ZPD fue colectada la muestra Ab-3 que tubo cuatro fracciones de zircón analizadas por el método U-Pb, y que definieron una edad de cristalización de $224 \pm 0,92$ Ma con un MSWD = 0,035 (Fig. 3). La edad modelo (TDM) (Ab-65) da 891 Ma., indicando una diferenciación manto-corteza en el Neoproterozoico y también un origen cortical (Fig. 4) o contaminación cortical.

| Amostra | Sm(ppm) | Nd(ppm) | $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ | $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ($\pm 1\sigma$) | $\epsilon(0)$ | T_{DM} | T_{DM2}^* |
|---------|---------|---------|-----------------------------------|--|---------------|----------|-------------|
| Ab-3 | 2,597 | 13,617 | 0,1153 | 0,512486+/-9 | -2,96 | 864 | |
| Ab-65 | 1,496 | 8,722 | 0,1037 | 0,512401+/-9 | -4,63 | 891 | |
| Ab-71a | 2,704 | 10,843 | 0,1507 | 0,512401+/-7 | -2,79 | 1312 | 989 |
| Ab-71b | 4,227 | 23,740 | 0,1076 | 0,512497+/-12 | -2,75 | 789 | |
| Ab-72 | 5,788 | 23,765 | 0,1472 | 0,512465+/-7 | -3,37 | 1311 | 1020 |

$$*T_{DM2} = 1/\lambda \ln \{ 1 + \{ [Nm - (Nc + (RT1 - RT2) \cdot (e^{\lambda t} - 1)) / (Rm - RT1)] \} \}$$

Tabla 2 Muestras para análisis isotópica Sm-Nd y edades modelo (T_{DM}) de las rocas del Plutón Abancay.
(* Recálculo de edades modelos mediante la fórmula).

Fig. 2 Diagrama concordia U-Pb para el ortogneis cuarzo-feldespato (AB-63). Tres fracciones de zircones fueron analizadas proveiendo una edad, de cristalización, en el intercepto superior de $216 \pm 1,3$ Ma.

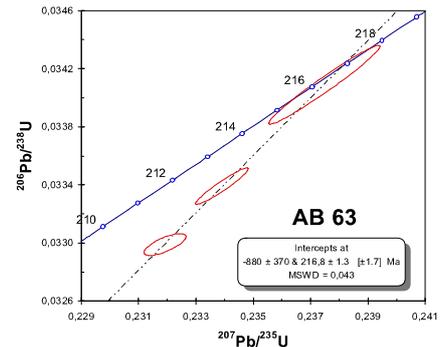
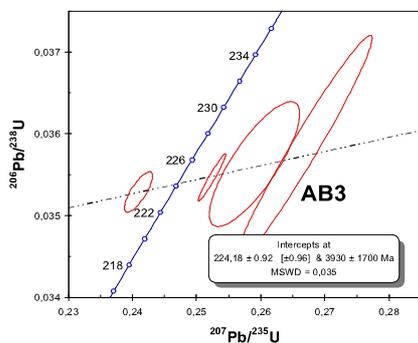


Fig. 3 Diagrama concordia U-Pb para el ortogneis cuarzo-feldespato (AB-3). Cuatro fracciones de zircones fueron analizadas proveiendo una edad en el intercepto superior de $224 \pm 0,92$ Ma.

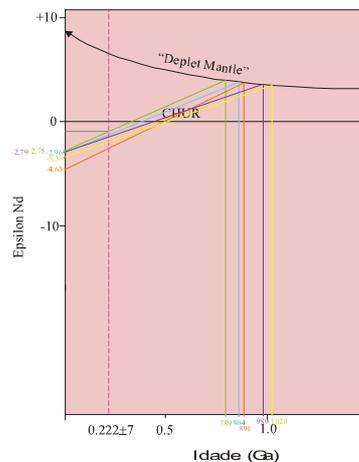


Fig. 4 Evolución del ϵ_{Nd} en el manto y en la corteza del Plutón Abancay. Presenta tres familias distintas: 789; 864-891 y 989-1020.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL PLÚTON ABANCAY

El Plutón Abancay es parte de los intrusivos de edad permo-triásicos, distribuidas en la Cordillera Oriental del Perú. El magmatismo en esta cordillera es pos-tectónico y ocurre después de la fase Hercínica tardía (Megárd *et al.*, 1971) que tiene una edad Pérmico tardío (260-265 Ma.); esta fase trajo una emersión generalizada del territorio Peruano. Otros investigadores establecen que el intenso magmatismo Permo-Triásico, posiblemente esta relacionada a un rift desarrollado en el Pérmico tardío al Triásico en la

Cordillera Oriental, la cual se extendió hasta Bolivia (Mégard, 1978; Laubacher, 1978; Noble *et al.*, 1978; Dalmayrac *et al.*, 1980; Kontak *et al.*, 1985; Rosas & Fonboté, 1995; Rosas *et al.*, 1997; Jacay *et al.*, 1999).

En este trabajo se hace un abordamiento apenas del Plutón Abancay que constituye una importante pieza para el entendimiento geológico y también para los otros plutones de similar edad en la Cordillera Oriental. El Plutón Abancay es constituido por ortogneis, metagranodiorita, metatonalita y cuarzomonzoleucogabro. En la primera fase de deformación D₁, con metamorfismo asociado de alta temperatura (facies anfibolito) y baja presión, se generan los ortogneises bandeados de la zona deformada ZD. El resto del cuerpo ígneo fue afectado por la deformación, por tanto en una intensidad bien menor. En una segunda fase de deformación D₂, se genera pliegues asimétricos, las cuales son mucho más evidentes en los ortogneises bandeados de la zona deformada ZD. Estos pliegues, asociados a faldespantos sigmoidales y superficies S-C, denotan un transporte tectónico predominantemente para NNW, asociado a la falla de Abancay. El registro tectono-metamórfico presente en las rocas del Plutón Abancay se debe a un tectonismo más joven de edad andina (fase Quechua). La evolución del Plutón Abancay puede ser dividida en las siguientes etapas (Fig. 5):

1era. ETAPA:

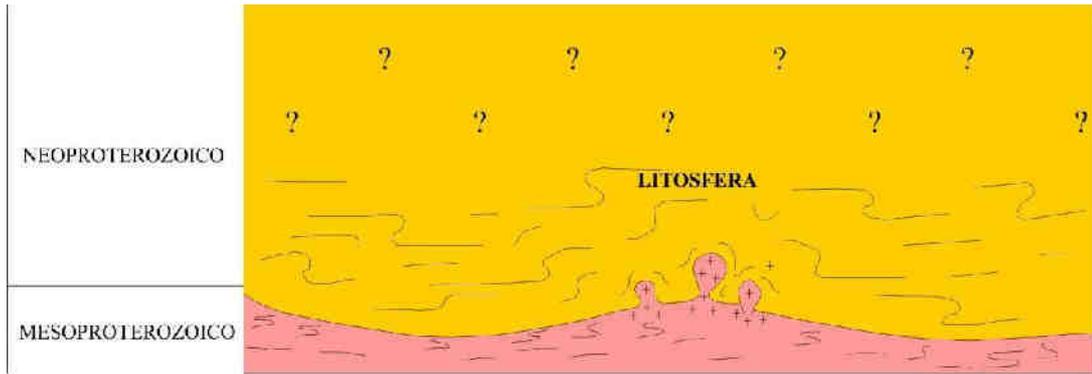
Diferenciación del manto del magma que constituirá por fusión, el Plutón Abancay y su posicionamiento en la corteza continental pre-existente en el Mesoproterozoico, Neoproterozoico. La edad de separación manto-corteza es corroborada con la edad modelo Sm-Nd (T_{DM}) 784-1020 Ma..

2da. ETAPA:

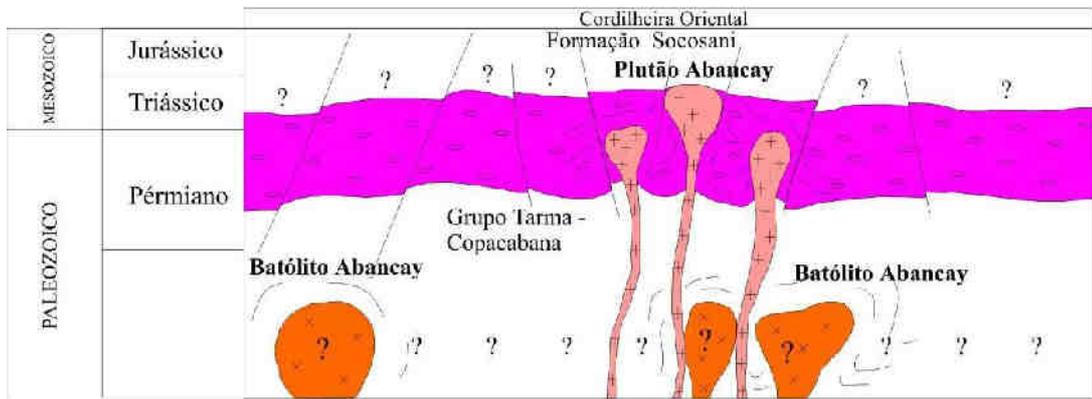
El plutón Abancay intruye las rocas del Grupo Mitu (Permiano superior-Triásico inferior), alrededor de 216 a 224 M.a. en un ambiente compresivo después de la tectónica Hercínica; el plutón genera metamorfismo de contacto y deformación en las rocas encajantes, como fue observada en las secuencias sedimentarias del Grupo Mitu y en el Paleozoico indiferenciado.

3era. ETAPA:

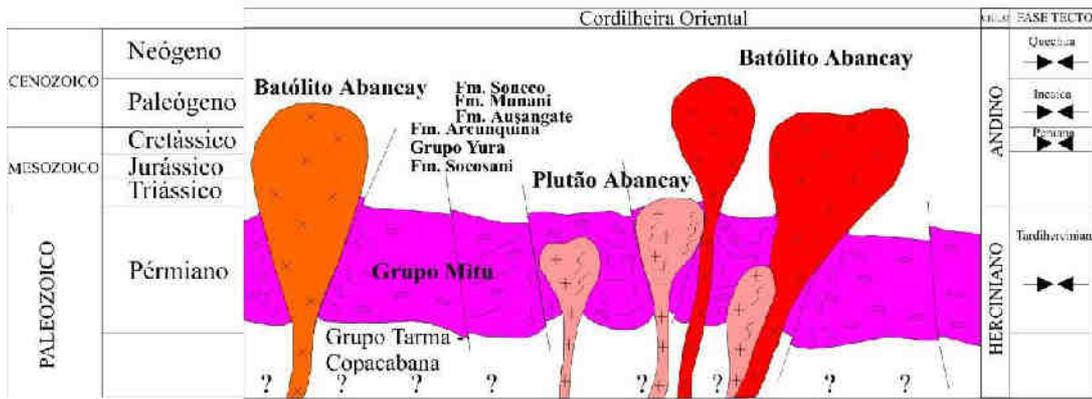
Consiste en la deformación actuante en las rocas del Plutón Abancay caracterizados por los eventos de deformación D₁ y D₂, siendo que estos eventos podrían corresponder a edades Andinas (Mesozoico-Cenozoico). El evento de deformación D₁ es caracterizado por la tectónica compresional de carácter regional, responsable por el metamorfismo y consecuentemente formación del bandeamiento gnéisico. La segunda deformación (D₂) de carácter compresional, es responsable en asociación con la falla de Abancay, de empujón para el NNW para la formación de pliegues asimétricos con vergencia al Norte. La reactivación en la falla de Abancay posiblemente es contemporánea a una de estas dos fases. Entretanto, la deformación D₂ en el Plutón Abancay, en general, se asocia a una cataclasis de granos, y a la presencia de fluidos, formación de venillas de epidota y clorita, asociada también a cizallamiento.



I Etapa. Diferenciación Manto-Corteza del Plúton Abancay, segun edad TDM (784-1020 Ma.)



II Etapa. Emplazamiento y cristalización del Plúton Abancay.



III Etapa. Deformación actuante en las rocas del Plúton Abancay , emplazamiento y cristalización del Batólito Abancay durante la tectónica Andina.

Fig. 5 Esquema idealizado de la evolución del Plutón Abancay (sin escala)

CONCLUSIONES

1. Datos geocronológicos obtenidos por el método U-Pb en zircón en el Plutón Abancay, definen una edad de cristalización entre $216 \pm 1,3$ a $224 \pm 0,92$ Ma (Figuras 6.3, 6.4) posicionándolo en el Triásico superior.
2. Estudios geocronológicos realizados en el Plutón Abancay mediante el método Sm-Nd muestran edades modelo (T_{DM}) alrededor de 789 a 1020 Ma indicando que el proceso de diferenciación manto-corteza del magma parental ocurrió en el Neoproterozoico a Mesoproterozoico (Figuras 6.5, 6.6). Los parámetros de los valores negativos obtenidos del ϵNd en relación al reservorio condritico uniforme padrón (CHUR), indican que la fuente del magma es de origen cortical.
3. Resumidamente se concluye que la evolución del Plutón Abancay fue diferenciado del manto superior en el intervalo de 789-1020 Ma, del Mesoproterozoico al Neoproterozoico. Posteriormente ascendió y cristalizó en un intervalo de $216 \pm 1,3$ a $224 \pm 0,92$ Ma, intruyendo a las rocas del Grupo Mitu finalmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera, J.; Sébrier, M.; Mercier, J.L. 1991. Plio-Quaternary geodynamic evolution of a segment of the Peruvian Andean Cordillera located above the change in the subduction geometry: The Cuzco region: Tectonophysics, v. 190, p. 331-362.
- Dalmayrac, B.; Laubacher, G.; Marocco R. 1980. Caracteres généraux de l'évolution géologique des Andes Péruviennes. Travaux et Documents de l'ORSTOM, Paris 122, p. 501.
- Kontak, D.J.; Clark, A.H.; Farrar, E.; Strong, D.F., 1985. The rift associated Permo-Triassic magmatism of the Eastern Cordillera: a precursor to the Andean Orogeny In: Pitcher, W.S., Lancelot J. ; Laubacher G. ; Marocco R. ; Renaud U. 1978. U Pb radiochronology of two granitic plutons from the Eastern Cordillera (Peru). Extent of permian magmatic activity and consequences. Geol. Rundsch., (1).
- Marocco R. 1975. Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. INGEMMET, Bol. 27, p. 51. Lima.
- Mégard, F.; Dalmayrac, B.; Laubacher, G.; Marocco, R.; Martinez, C.; Paredes, J.; Tomasi, P. 1971. La chaîne hercynienne du Perou et en Bolivie. Premiers resultats. Cashiers ORSTOM. Ser. Geol., 3 (1): p. 5-44.
- Noble, D.C.; Silberman M.L.; Mégard, F.; Bowman, H.R. 1978. Comendite (peralkaline rhyolites) in the Mitu Group, central Peru: evidence of Permian – Triassic crustal extension in the Central Andes. U.S. Geological Survey Journal of Research 6. p. 453-457.
- Pecho, V. 1981. Geología de los Cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas. Hojas 29-p, 29-q y 29-r. Bol. 35, Serie A: Carta Geológica Nacional, INGEMMET, p. 92. Lima-Perú.
- Perelló, J.; Carlotto, V.; Zarate, A.; Ramos, P.; Posso, H.; Neyra, C.; Caballero, A.; Fuster, N.; Ricardo Muhr 2002. Porphyry-Style Alteration and Mineralization of the Middle Eocene to Early Oligocene Andahuaylas-Yauri Belt, Cuzco Region, Peru. Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists, V 98, N 8, December.
- Rosas, S. & Fontboté I. 1995. Evolución sedimentológica del Grupo Pucará (Triásico superior – Jurásico inferior) en un perfil SW – NE en el centro del Perú. Sociedad geológica del Perú, vol. Jubilar A. Benavides, p. 279 – 309.
- Rosas, S.; Fontboté I.; Morche, W. 1997. Vulcanismo de tipo intraplaca en los carbonatos del Grupo Pucará (Triásico superior – Jurásico inferior, Perú central) y su relación con el vulcanismo del Grupo Mitu (Pérmico superior – Triásico). IX Congreso Peruano de Geología, p. 393 – 396.