



XVIII Congreso Peruano de Geología

LA FORMACIÓN PARIATAMBO EN LOS ALREDEDORES DE CAJAMARCA Y SU RELACIÓN CON EL EVENTO ANÓXICO OCEÁNICO DEL ALBIANO EN EL PERÚ MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SECCIONES DELGADAS

Juan Carlos Bazán Sotomayor¹, Alejandro Claudio Lagos Manrique²

Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050, Cajamarca, Perú.

¹juancarlos_9966@hotmail.com, ²alagosman@hotmail.com

1. Introducción

El presente estudio comprende tres lugares en los alrededores de Cajamarca que son los sectores Colpayoc, Ronquillo y Puyllucana, los dos primeros ubicados en el distrito de Cajamarca y el último en el distrito de Baños del Inca (figura. 1). La porción inferior del período cretácico estuvo caracterizado por una retirada muy importante de carbono de la atmósfera que se acumuló en cuencas oceánicas con fondos anóxicos a nivel mundial (Arthur y Schlanger, 1979). Las temperaturas ascendieron hasta alcanzar su máximo punto hace unos 100 millones de años, en los cuales no había prácticamente hielo en los polos mientras que en la superficie del océano tropical las temperaturas debieron haber sido entre 9 y 12 °C más cálidas que en la actualidad. En las profundidades oceánicas las temperaturas debieron ser incluso 15 o 20 °C mayores, contribuyendo a reducir las corrientes oceánicas y por lo tanto generar océanos más estancados que hoy, evidenciados por extensos depósitos de “black shales” (Navarro et al., 2015). Este evento geológico mundial se ve evidenciado en la preservación del alto contenido de materia orgánica y presencia de bitumen de la Formación Pariatambo en el centro poblado de Polloc perteneciente al distrito de la Encañada al Este de la ciudad de Cajamarca (Benavides, 1956; Lagos et al., 2006) y que son observadas en la intensa coloración pardo-oscura en el análisis de secciones delgadas de la Formación Pariatambo en los alrededores de Cajamarca.

2. La Formación Pariatambo: El resultado estratigráfico en el Perú del Evento Anóxico Oceánico 1b del Albiano

En el cretáceo inferior la cuenca andina sufrió una continua profundización sedimentaria, iniciada con la transgresión del albiano, acompañada por un aumento paulatino de la bioproductividad (Robert et al., 2002), paralelamente en la costa se emplazaba el arco Casma, un vulcanismo a nivel local que aportó grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera albiana (Cueva et al., 2010) y que fue coincidente con otros vulcanismos a nivel mundial (Chivelet, 2010), desatándose así un efecto invernadero y calentamiento de alcance global. Las lluvias eran ácidas por acción del CO₂. Con el aumento de temperatura atmosférica, los casquetes polares se fundieron dando lugar a una elevación del nivel del mar. Al homogeneizarse las temperaturas, las corrientes marinas ya no circulaban normalmente, ocasionando restricción de la oxigenación del océano y un consecuente “estancamiento de aguas” que causó anoxia del fondo marino en la cuenca andina, desarrollándose en este contexto geológico el “Evento Anóxico Oceánico 1b” (Jenkins, 1980). Durante este evento anóxico oceánico se sedimenta la Formación Pariatambo en la cuenca de Cajamarca. En la figura. 2. se muestra la correlación entre las columnas estratigráficas de la Fm. Pariatambo en los tres sectores estudiados, la característica distintiva de esta formación es la intercalación rítmica de calizas gris/oscuras con lutitas negras (figura. 3). El miembro inferior presenta una intercalación rítmica de lutitas negras y calizas mudstone, finas y laminadas con presencia de ammonites y escamas de peces. La vida marina se restringió a las partes

superiores del mar, donde organismos como los cefalópodos y peces nadaban libremente pero organismos como los bivalvos, adheridos al fondo marino tuvieron que adaptarse a una vida marina con una muy reducida concentración de oxígeno (figura. 4). En el miembro medio se da paso a grandes bancos de lutitas negras y bituminosas intercaladas con pequeños estratos de calizas gris/oscuras (figura. 5.), en algunos sectores incluyendo piritas de origen diagenético recubriendo ammonites y/o bivalvos (figura. 6). Ésta piritita era producida por la unión del abundante hierro y azufre libre que descomponían las bacterias sulforeductoras marinas a partir de los sulfatos. Análogamente el dióxido de carbono quedaba reducido a carbono libre (Merinero et al., 2010) que en conjunto con la fauna plactónica al morir (principalmente foraminíferos) se precipitaban en los fondos marinos favoreciendo así la generación de bitumen y dando lugar a la típica coloración oscura de las calizas y lutitas (figuras. 7, 8 y 9).

En el miembro superior la anoxia marina sigue en evidencia en la laminación rítmica de la Formación Pariatambo que sigue su curso hasta que ocurre un cambio de sedimentación, evidenciado por la presencia del chert (figuras 10, 11 y 12). El reemplazamiento de carbonato por sílice se debió al abundante material silíceo en disolución que llegaba desde el continente y alimentaba a las aguas marinas durante un corto tiempo. Esta sílice se producía en grandes cantidades debido a la erosión de rocas ígneas del vulcanismo albiano (Chivelet, 2010), lo cual probablemente favoreció al reemplazamiento diagenético de los sedimentos marinos carbonatados por sílice, evidenciado claramente en el afloramiento del chert de la Fm. Pariatambo en el sector Puylucana (figura. 13.). Luego de este corto evento silíceo, las condiciones anóxicas cambian y la sedimentación de la Formación Pariatambo llega a su fin, la cuenca andina recibe la oxigenación necesaria, los seres marinos vuelven a poblar las aguas oceánicas y la vida marina vuelve a ser muy productiva. La diferencia de conservación de materia orgánica, color y olor entre las rocas de la Formación Chúlec y la Formación Pariatambo es debido a que en la primera, el ambiente marino era rico en oxígeno lo cual permitía alimentar a las bacterias que descomponían la materia orgánica, no habiendo por lo tanto suficiente tiempo para que esta materia se conserve, mientras que durante la sedimentación la Formación Pariatambo también ocurría aporte de materia orgánica a los fondos marinos pero la cantidad de bacterias encargadas de descomponerla era mínima debido a la ausencia de oxígeno y por lo tanto las rocas de esta formación presentan en Cajamarca, al igual que en otras regiones, la clásica coloración gris oscura/negra y el mal olor al fracturarlas.

En cuanto a la génesis de los abundantes nódulos carbonatados presentes en la Formación Pariatambo en los alrededores de Cajamarca (Figura. 14) se sugiere la teoría del "Crecimiento Dinámico" (Torrijo et al., 2004) en la cual los nódulos carbonatados han sido formados por una hiperconcentración de calcita que se acrecionaba alrededor de un fósil o simplemente entre granos de

calcita formando núcleos de crecimiento, los cuales iban aumentando de tamaño por adición de sedimentos finos y más carbonatos siendo estrictamente obligatoria la presencia de un ambiente marino anóxico para que las reacciones químicas necesarias puedan realizarse.

De los tres sectores estudiados solamente se han encontrado nódulos carbonatados en el sector Colpayoc y el sector Ronquillo.

3. Conclusiones

La sedimentación carbonatada de la Formación Pariatambo en los alrededores de Cajamarca tuvo un corto evento de sedimentación silícea en su miembro superior representado por el chert.

Debido a las características sedimentarias y el análisis de las secciones delgadas se concluye que la Formación Pariatambo fue el principal resultado estratigráfico que tuvo el evento anóxico oceánico 1b del Albiano en el Perú.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de Cajamarca por todo el apoyo brindado a lo largo de la realización de la presente investigación, tanto en la etapa de gabinete como de campo.

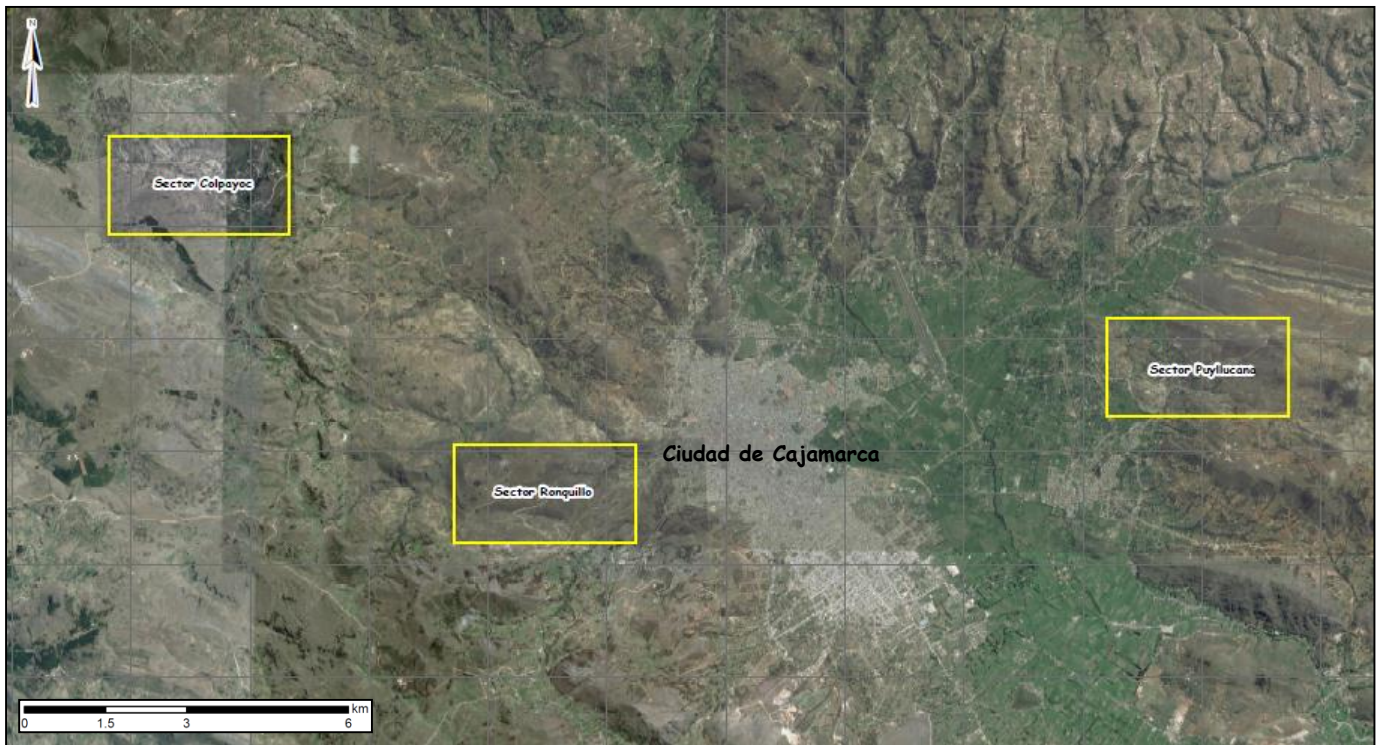


Figura 1. Ubicación de los sectores estudiados.

SECTOR COLPAYOC

SECTOR RONQUILLO

SECTOR PUYLLUCANA

150 m

0 m

Presencia de cristales de Pirita macroscópica y microscópica, nódulos carbonatados conteniendo fósiles pirritizados, abundante materia orgánica y coloración mas oscura.

Ausencia de cristales de Pirita macroscópica sólo recictos microscópicos, reducción en la cantidad de nódulos carbonatados con fósiles sin Pirita, coloración mas clara y presencia de algas fósiles microscópicas.

Litología

- Chert
- Caliza silicificada
- Caliza Nodular
- Margas
- Caliza masiva
- Caliza gris oscura lajosa parda por intemperismo
- Lutita Bituminosa

Zona de Oxitropydoceras Carbonarium

Zona de Dipoloceras sp.

Zona de Bivalvos

Zona de Bivalvos pirritizados

Figura 2. Correlación estratigráfica de la Formación Pariatambo entre los sectores estudiados.



Figura 3. Afloramiento tipo de la Fm. Pariatambo en Cajamarca.

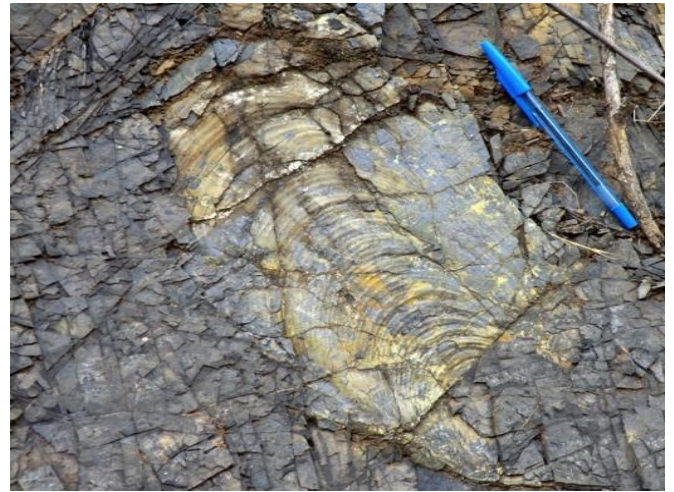


Figura 4. Presencia de "Zoophycos", estructuras sedimentarias que evidencian la actividad biológica de los bivalvos en los fondos Anóxicos de la Fm. Pariatambo.



Figura 5. Grandes estratos de lutitas bituminosas, característicos del miembro medio de la Fm. Pariatambo.



Figura 6. Presencia de pirita sedimentaria diagenética en rocas fósiles de la Formación Pariatambo.

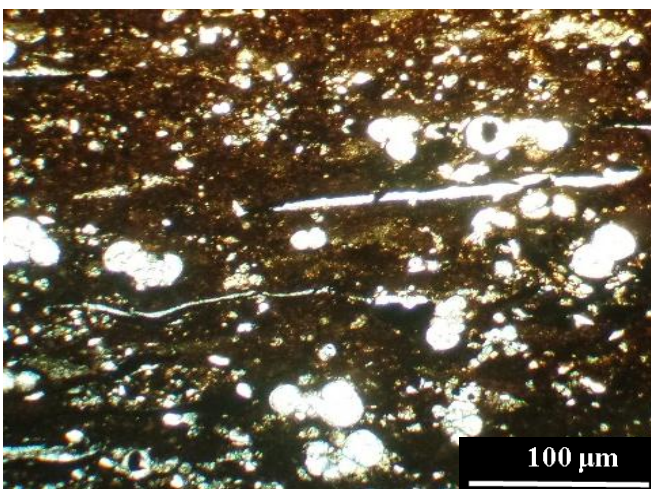


Figura 7. Sección delgada típica de la Fm. Pariatambo en el sector Colpayoc, las formas blancas y globosas son foraminíferos, específicamente Globigerinidos, la coloración parda-oscura de la matriz es debido a la abundante materia orgánica

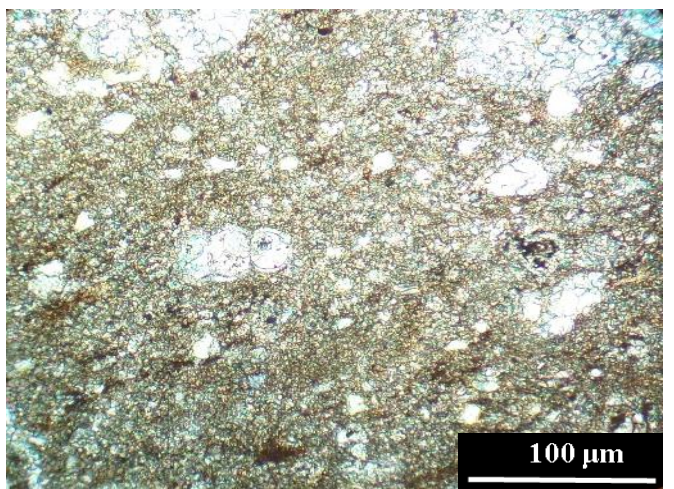


Figura 8. Sección delgada típica de la Fm. Pariatambo en el sector Ronquillo, las formas blancas globosas son Globigerinidos y las formas blancas irregulares y angulosas son Globorrotálidos, nótese que la matriz presenta una coloración parda-grisacea a diferencia de la muestra del sector Colpayoc.

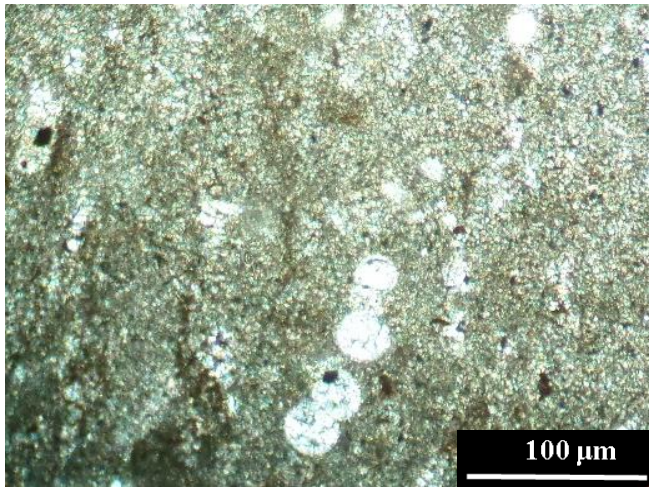


Figura 9. Sección delgada típica de la Fm. Pariatambo en el sector Puylucana, las formas blancas y globosas son foraminíferos, Globigerinidos, la coloración parda-oscura de la matriz se pierde hasta tener un color gris mas claro que en los demás sectores y es debido a la disminución de materia orgánica

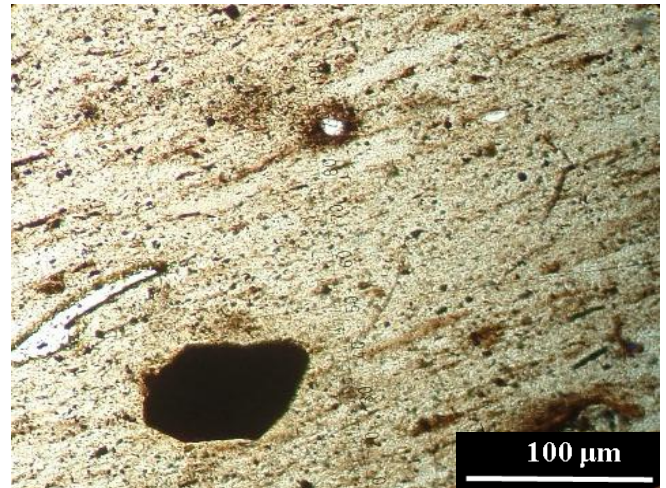


Figura 10. Sección delgada correspondiente al chert de la Fm. Pariatambo en el sector Colpayoc. La coloración parduzca es común también en el chert de los tres sectores estudiados.

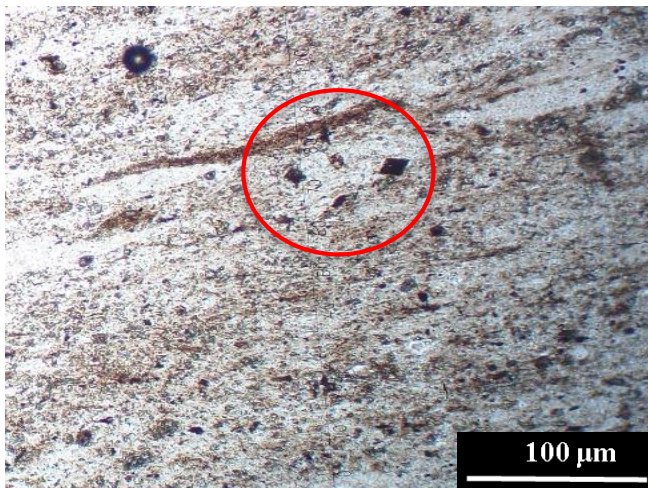


Figura 11. Sección delgada correspondiente al chert de la Fm. Pariatambo en el sector Ronquillo. Las formas geométricas encerradas en círculo rojo pertenecen a cristales de pirita.

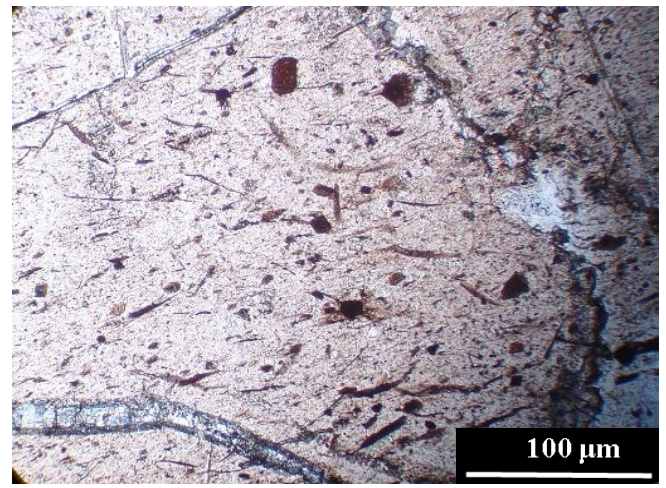


Figura 12. Sección delgada correspondiente al chert de la Fm. Pariatambo en el sector Puylucana las formas alargadas de color oscuro pertenecen a pequeñas partes de valvas de moluscos y otros bioclastos que han sido silicificadas, la coloración de la matriz es mas clara que en los demás sectores.

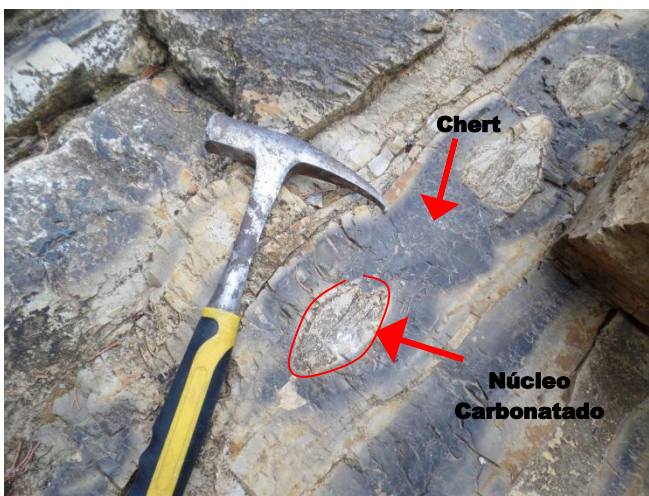


Figura 13. Afloramiento de capas de chert de la Fm. Pariatambo en el sector Puylucana, nótese los núcleos carbonatados sin silicificar.



Figura 14. Nódulos carbonatados de la Fm. Pariatambo.

Referencias

- Arthur, M., Schlanger, S. 1979. Cretaceous "Oceanic Anoxic Events" as Causal Factors in Development of Reef-Reservoired Giant Oil Fields. *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, v. 63, N° 6, p. 870-885.
- Benavides, V., 1956. Cretaceous System in the Northern Peru. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v 108, Article 4.
- Chivelet, J. 2010. Ciclo del Carbón y Clima: la perspectiva geológica. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, N° 18, p. 33-46.
- Cueva, E., Mamani, M., Rodríguez, R. 2010. Magmatismo y Geoquímica del Volcanismo Albiano-Cenomaniano (Grupo Casma) y Maastrichtiano-Daniano entre Pucusana y Chimbote. Resúmenes extendidos del XV Congreso Peruano de Geología de la Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp N°9, Cusco p. 921-924.
- Jenkins, C. 1980. Cretaceous Anoxic Events: from continents to oceans. *Journal of the Geological Society of London*, v. 137, p. 171-188.
- Lagos, A. Sánchez, J. Quispe, Z. Palacios, O. 2006. Aportes al Análisis de Cuencas Sedimentarias en los alrededores de las localidades de Baños del Inca, Cruz Blanca y Otuzco, distrito de Cajamarca. Resúmenes extendidos del XIII Congreso Peruano de Geología de la Sociedad Geológica del Perú, v. 137, p. 551-554.
- Merinero, R., Lunar, R., Martínez, J. 2010. Carbonatos Metanógenos y Pirita Framboidal Autigénica: Geomarcadores de la Actividad de Organismos Quimiosintéticos en el Golfo de Cádiz. *Macla*, v. 12, p. 28-37.
- Navarro, J., Bodin, S., Heimhofer, U., Inmenhauser, A. 2015. Record of Albian to early Cenomanian environmental perturbation in the Eastern sub-equatorial Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, doi:10.1016/j.palaeo.2015.01.025.
- Robert E., Jaillard E., Peybernès B., Bulot L. 2002. La transgresión albiana en la Cuenca Andina (Perú central - Ecuador): Modelo general y diacronismo de los depósitos marinos. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, v. 94, p. 7-12.
- Torrijo, F., Mandado, J., Bona, M. 2004. Modelización Genética de Nódulos y Concreciones, Propuesta de Clasificación. *Estudios Geológicos*, v. 60, p. 95-110.