

ESTRATIGRAFÍA, GEOCRONOLOGÍA, PALEOGEOGRAFÍA Y PALEOTECTÓNICA DE LOS DEPÓSITOS DE ANTEARCO DEL SUR DEL PERÚ

Thierry Sempere¹, Michel Fornari², Jorge Acosta³, Alexander Flores³,
Javier Jacay⁴, Daniel Peña⁴, Pierrick Roperch¹ & Esteban Taipe⁴

¹ IRD y LMTG, 14 avenue Edouard-Belin, 31400 Toulouse, Francia

² IRD y Laboratoire de Géochronologie, Géosciences Azur, Université de Nice, Francia

³ Escuela de Ingeniería Geológica - Geotecnia, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú

⁴ Escuela de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú
(Thierry.Sempere@lmtg.obs-mip.fr; Michel.Fornari@unice.fr; jaa_pe@yahoo.es; alefloro@yahoo.com;
j_jacay@yahoo.com; fenap_99@hotmail.com; Pierrick.Roperch@ird.fr; e_taipe@yahoo.com)

ABSTRACT

The Moquegua and Camaná groups of southern Peru were deposited in the Central-Andean forearc, diachronously starting in the Eocene-Oligocene. New Ar-Ar datations and a new analysis of the stratigraphic record define four intervals and demonstrate that the twofold traditional stratigraphy must be abandoned and previous interpretations seriously revised. In particular, a large part of sediments and pyroclastics did not accumulate in a single basin but in two separate large basins (Caravelí-Aplao and Moquegua-Tacna basins, respectively in the west and east) and the small Jahuay basin. Exposed coastal marine sediments did not accumulate in a “Camaná basin” but as fandeltas at the fault-controlled mouths of large paleorivers; recent descriptions and interpretations of the Camaná Group must be revised.

The “Moquegua A” consists of red, mostly fine-grained strata with no volcanic intercalations that were deposited in the Caravelí-Aplao basin prior to 45 Ma, while the Toquepala arc was probably still active in the east. Between ~45-30 Ma (“Moquegua B”), the Toquepala arc underwent extensional collapse, creating or enhancing basins along the southwest slope of the Cordillera Occidental. In the east, mostly fine-grained red strata accumulated with no volcanic intercalations. In the west, accumulation of fan conglomerates was followed by a marine transgression of probable late Eocene age.

At ~30 Ma widespread volcanism resumed along the current Cordillera Occidental: the “Moquegua C” consists of sheet- and debris-flows reworking volcanic material, of some lacustrine sediments, and of ignimbritic flows that locally coalesce to form the Huaylillas Fm. Starting ~14-9 Ma, the largely conglomeratic “Moquegua D” records fan progradations from the Cordillera Occidental in the west and infillings of incised valleys in the east. Erosion has prevailed everywhere since 2.7 Ma.

INTRODUCCIÓN

Los depósitos cenozoicos de antearco expuestos en el sur del Perú proporcionan datos fundamentales para la reconstrucción de la historia geológica de la ladera pacífica de los Andes Centrales. Estas acumulaciones se distribuyen en una amplia franja alargada ubicada al pie de la Cordillera Occidental (Grupo Moquegua), y en ciertas áreas costeras (Grupo Camaná). Hasta ahora, estos depósitos han sido estudiados mayormente mediante columnas estratigráficas (forzosamente unidimensionales), dejando de lado muchos datos valiosos, particularmente de índole tectónica. En este trabajo presentamos nuevos datos estratigráficos, geocronológicos, sedimentológicos, y estructurales, así como una reevaluación de datos antiguos, que en conjunto permiten proponer una síntesis interpretativa original, tridimensional, la cual discrepa sensiblemente con las conclusiones de autores anteriores.

EL GRUPO MOQUEGUA : DATOS NUEVOS Y PROBLEMÁTICA

Se considera tradicionalmente que el Grupo Moquegua consiste de dos unidades llamadas « Formación Moquegua inferior » y « Formación Moquegua superior », separadas por una discordancia

localmente angular aproximadamente fechada en ~30 Ma (Oligoceno inferior; Marocco, 1984; Marocco et al., 1985) o ~27 Ma (Oligoceno superior; Sébrier et al., 1988). La edad inicialmente propuesta parece confirmada por una edad Ar-Ar de 30.7 ± 0.5 Ma obtenida sobre una biotita de un delgado nivel piroclástico (levemente resedimentado) ubicado sólo 2 m por debajo del contacto «Moquegua inferior» / «Moquegua superior» al sur de Moquegua. Sin embargo, la datación Ar-Ar de un nivel piroclástico (levemente resedimentado) ubicado exactamente en el contacto «Moquegua inferior» / «Moquegua superior» identificado como tal por Marocco (1984) y Huamán (1985) cerca de Caravelí indica en cambio una edad de 44.5 ± 0.4 Ma, es decir ~14 Ma más vieja que en Moquegua (3 dataciones concordantes, sobre 2 biotitas y 1 hornblenda). Esta profunda discrepancia cronoestratigráfica y otras observaciones expuestas a continuación vuelven necesaria una redefinición de la estratigrafía y paleogeografía del Grupo Moquegua.

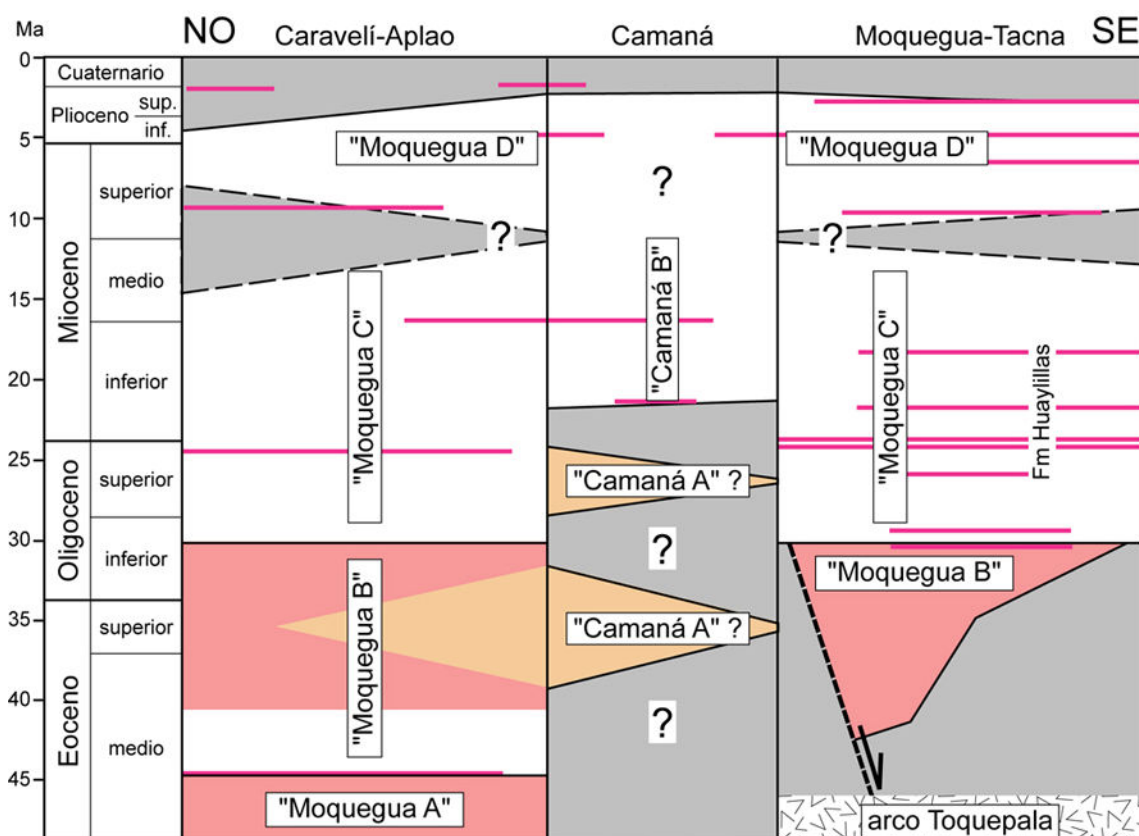


Figura 1. Cronoestratigrafía tentativa de los depósitos de ante-arco del sur del Perú, agrupando información estratigráfica y geocronológica obtenida entre Tacna y Caravelí. Las zonas grises representan períodos de no-deposición (no se representan las erosiones); las zonas rojas figuran unidades de esta coloración; las zonas anaranjadas indican sedimentación marina; las líneas horizontales rosadas representan los eventos ignimbríticos datados. Se señala que ciertos fósiles proporcionan edades bioestratigráficas que discrepan parcialmente con este esquema, pero que su valor cronológico preciso es incierto debido a la ausencia de calibraciones geocronológicas.

En efecto, el reestudio litoestratigráfico del Grupo Moquegua muestra que tanto el «Moquegua inferior» como el «Moquegua superior» son denominaciones que agrupan cada una dos unidades estratigráficas distintas. En Aplao, localidad que pertenece a la misma cuenca que Caravelí, existen dos megasecuencias parecidas en la parte inferior del Grupo Moquegua (Sempere et al., 2002), que resultan separadas por la discontinuidad datada en ~45 Ma en Caravelí (unidades aquí denominadas «Moquegua A» y «Moquegua B»). Confirmando la distinción establecida independientemente por INGEMMET, queda claro entre Aplao y Moquegua que el «Moquegua superior» comprende una unidad inferior («Moquegua C»), que sobreyace al «Moquegua B» mediante una discontinuidad litológica a erosiva poco marcada, y una unidad superior («Moquegua D») generalmente conglomerádica gruesa, que sobreyace a la anterior mediante una superficie erosiva, marcada en

particular en Moquegua-Tacna por incisiones de paleovalles profundos. Esta distinción es importante porque permite aclarar el tema de la discordancia angular que, según la tradición vigente, separaría el «Moquegua superior» del «Moquegua inferior»: en realidad, autores anteriores han usado la denominación «Moquegua superior» para designar tanto al «Moquegua C» como al «Moquegua D», y en realidad la discordancia angular observada al noroeste de Siguanaco corresponde a un área donde el «Moquegua D» sobreyace directamente a estratos deformados del «Moquegua A» o «B».

Las edades isotópicas disponibles indican que las cuatro unidades definidas de esta forma corresponden a los siguientes intervalos de tiempo (Fig. 1): «Moquegua A» = ~49?? - ~45 Ma; «Moquegua B» = ~45 - ~30 Ma; «Moquegua C» = ~30 - ~14? Ma (límite superior diacrónico); «Moquegua D» = ~10? - ~2.7 Ma (límite inferior diacrónico). Pese a que en este trabajo esta nomenclatura informal se usa provisionalmente, cada una de estas unidades tendría que recibir una denominación formal en el futuro. Se nota desde ya que el «Moquegua A» es denominado Fm Sotillo en la localidad epónima (pero este nombre es también aplicado al «Moquegua B» donde presenta facies predominantemente finas) y que el «Moquegua D» es llamado Fm Millo al oeste de Arequipa, Fm Chuntacala en la región moqueguana, y Fm Calientes en la región tacneña.

El Grupo Moquegua presenta conglomerados notables en la parte inferior del «Moquegua B» (Caravelí, Aplao), en la parte superior (Moquegua, Tacna) o totalidad (Torata) del «Moquegua C», y en la totalidad del «Moquegua D»; en las áreas de Aplao y Moquegua, se observa un claro aumento del tamaño de clastos entre estas unidades. Se observan depósitos marinos en la parte superior del «Moquegua B» (Caravelí, Cunucuno; Huamán, 1985) y del «Moquegua C» (NE de Ilo; inédito). La edad Eoceno superior inferida para la intercalación marina observada en el «Moquegua B» ya había sido propuesta por Mendivil & Castillo (1960).

IMPORTANCIA DEL CONTROL PALEOTECTÓNICO Y PALEOGEOGRÁFICO DE LAS ACUMULACIONES SEDIMENTARIAS

La redefinición de la estratigrafía cenozoica regional implica una reconsideración de la geometría, paleogeografía y paleotectónica de las áreas de acumulaciones. El estudio de las nuevas unidades estratigráficas, la comparación de sus facies y evolución lateral, la medición de paleocorrientes, y sobre todo observaciones estructurales efectuadas en afloramientos claves, conducen a proponer que la parte inferior del Grupo Moquegua se depositó en por lo menos dos grandes cuencas separadas (la cuenca de Caravelí-Aplao al oeste, la de Moquegua-Tacna al este) y la pequeña cuenca independiente de Jahuay (entre Moquegua y Omate). Esta distinción paleogeográfica fundamental también permite explicar que sedimentos conglomerádicos gruesos (asociados con una cierta reactivación del volcanismo explosivo) sucedieran a sedimentos finos rojos (sin niveles volcánicos notables) tan temprano como en ~45 Ma en Caravelí, y recién en ~30 Ma en Moquegua. Pese a que las discontinuidades «Moquegua A»/«Moquegua B» (Caravelí) y «Moquegua B»/«Moquegua C» (Moquegua) presentan características algo parecidas, que por lo tanto reflejan procesos parecidos, estos procesos se desarrollaron en Caravelí ~14-15 Ma más temprano que en Moquegua. Las cuencas de Caravelí-Aplao y de Moquegua-Tacna son separadas por el Alto de Cumesí, donde aparentemente la sedimentación recién empezó con el «Moquegua C».

El mapeo regional muestra que la cuenca de Moquegua-Tacna es estructurada por fallas normales de orientación NE-SO, que aparentemente se interrumpen contra el Sistema de Fallas Incapuquio (SFI). La cuenca corresponde a un área alargada que ha sufrido un estiramiento NO-SE mientras que el SFI tenía un juego transcurrente sinistral. El «piso» de la zona NO de la cuenca es un verdadero *detachment* que separa los sedimentos del «Moquegua B» del basamento (Grupo Toquepala), y se encuentra sellado por el «Moquegua C». En el «Moquegua B» de la zona de Moquegua se observan fallas normales sinsedimentarias de bajo ángulo que indican desplazamientos tectónicos hacia el SE. En Vitor, cerca del borde este de la cuenca de Caravelí-Aplao, el «Moquegua B» también muestra fallas normales sinsedimentarias, que evidencian desplazamientos tectónicos hacia el SO. Algunas fallas normales sinsedimentarias se observan también en el «Moquegua A» de Aplao.

EL GRUPO CAMANÁ: OBSERVACIONES CLAVES

Es fundamental notar que entre Atiquipa e Ilo la franja costera es prácticamente desprovista de depósitos terciarios salvo en las áreas de Chala, La Planchada, Ocoña, Camaná y Cocachacra, es decir en las zonas de desembocadura de los ríos principales y en asociación con fallas normales. De esta observación se deduce que los depósitos atribuidos al Grupo Camaná y otras unidades costeras corresponden a conos desarrollados en las desembocaduras de paleo-ríos ancestros de los grandes ríos actuales.

El Grupo Camaná consiste de dos unidades, denominadas en este trabajo “Camaná A” y “Camaná B”. En el área de Camaná, el “Camaná A” consiste esencialmente de areniscas bioclásticas compactas, localmente conglomerádicas, y limolitas; los litoclastos provienen exclusivamente de granitos y migmatitas de la misma área, y el material volcánico parece ausente. En cambio el “Camaná B” se caracteriza por facies más variadas, de matriz predominantemente fina, con material volcánico frecuente (clastos, matriz, tobas) y abundantes deslizamientos sinsedimentarios asociados a fallas normales; la naturaleza de los litoclastos volcánicos indica una procedencia desde la Cordillera Occidental. La discontinuidad erosiva que separa las dos unidades marca por lo tanto una notable extensión de la zona de aportes, indicando una alimentación por el (paleo-)río Camaná/Majes a partir de la base del “Camaná B”. Hacia el este (Quilca), la discontinuidad es marcada por acumulaciones de bloques de basamento derrumbados, sugiriendo un intervalo de tiempo substancial entre las dos unidades. Una toba ubicada justo encima de esta discontinuidad erosiva en la bajada de La Chira proporciona una edad promedia ponderada de 20.83 ± 0.06 Ma (Ar-Ar sobre 3 biotitas).

No se sigue la nomenclatura tradicional debido a que la nítida discontinuidad litológica que separa el “Camaná A” y “Camaná B” no coincide con el contacto entre «Camaná inferior» y «Camaná superior» descrito por Vega & Marocco (2004) como una discordancia angular; este contacto se ubica en realidad dentro de la parte superior del “Camaná A” y las angularidades aparentes observables en varios afloramientos y niveles de esta unidad corresponden a efectos de *toplap* de clinofomas, y no a discordancias de origen tectónico. Por lo tanto no se justifica la atribución de un contacto meramente sedimentario a un « evento » tectónico correspondiendo al « reajuste geodinámico global ocurrido alrededor de 26 Ma » como propuesto por Vega y Marocco (2004).

Si bien los datos disponibles sustentan que el “Camaná B” es un equivalente cronológico del “Moquegua C” (por lo menos en parte; Fig. 1), la cuestión de la edad del “Camaná A” tiene que debatirse. En efecto, los fósiles marinos reportados sugieren el Oligoceno superior (Vega y Marocco, 2004; 28.5-23.8 Ma), mientras que la ausencia de material volcánico sugiere una edad anterior a ~30 Ma, y que consideraciones regionales sugieren una posible correlación con la ingresión marina observada en la parte superior del “Moquegua B” de Cunucuno y Caravelí (Eoceno superior a Oligoceno inferior; Fig. 1).

REFERENCIAS

- HUAMAN, D., 1985. Evolution tectonique cénozoïque et néotectonique du piémont pacifique dans la région d’Arequipa (Andes du Sud-Pérou). Thèse de doctorat de 3e cycle, Université de Paris-Sud (Orsay), 220 p.
- MAROCCO, R., 1984. Dynamique du remplissage d’un bassin intramontagneux cénozoïque andin: le bassin Moquegua (sud du Pérou). Cahiers ORSTOM, Paris, série Géologie, 14 (2): 117-140.
- MAROCCO, R., DELFAUD, J., LAVENU, A., 1985. Ambiente deposicional de una cuenca continental intramontaña andina: el Grupo Moquegua (sur del Perú); primeros resultados. Bol. Soc. Geol. Perú, Lima, 75: 73-90.
- MENDÍVIL, S., CASTILLO, W., 1960. Geología del cuadrángulo de Ocoña. Com. Carta Geol. Nac., bol. n° 3, Lima.
- SEBRIER, M., LAVENU, A., FORNARI, M., SOULAS, J.-P., 1988. Tectonics and uplift in the Central Andes (Peru, Bolivia and northern Chile) from Eocene to Present. Géodynamique, 3: 85-106.
- SEMPERE, T., JACAY, J., FORNARI, M., ROPERCH, P., 2002. Megasecuencias sedimentarias en la parte inferior del Grupo Moquegua (área de Aplao, departamento de Arequipa). XI Congreso Peruano de Geología, Lima.
- VEGA, M., MAROCCO, R., 2004. La Sedimentación Oligo-Miocénica en el antearco del sur del Perú: Estudio estratigráfico y sedimentológico de la Formación Camaná. In: J. Jacay & T. Sempere (eds.), Nuevas contribuciones del IRD y sus contrapartes al conocimiento geológico del sur del Perú, Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial n° 5: 125-141.