

La “Fase Oclóyica”(Ordovícico Superior) en el noroeste argentino. Interpretación histórica y evidencias en contrario

María Cristina MOYA¹

Resumen: LA “FASE OCLÓYICA” (ORDOVÍCICO SUPERIOR) EN EL NOROESTE ARGENTINO. INTERPRETACIÓN HISTÓRICA Y EVIDENCIAS EN CONTRARIO. Se discute el marco conceptual en el que fue definida la “Fase Oclóyica” en el norte argentino, marco que se modificó no sólo por la introducción de nuevos conceptos aportados por la tectónica de placas y la estratigrafía de secuencias, sino por la creciente información radiométrica y bioestratigráfica, que permitió ajustar la edad de los principales eventos geológicos ocurridos durante el Paleozoico inferior en esta región. La discusión se inicia con el análisis de la discordancia que marca el techo del Grupo Santa Victoria (Furongiano superior - Ordovícico Superior), cuya génesis fue atribuida al tectonismo de la “Fase Oclóyica”, evento tradicionalmente considerado como el responsable del plegamiento de los depósitos ordovícicos en el norte argentino. Se muestran evidencias que se contraponen con tal interpretación y se brindan hipótesis alternativas respecto de los tiempos de deformación de las secuencias ordovícicas de la región.

Abstract: THE “OCLÓYIC PHASE” (UPPER ORDOVICIAN) IN THE ARGENTINE NORTHWESTERN. HISTORICAL INTERPRETATION AND EVIDENCE AGAINST. The conceptual framework in which was defined the “Oclóyic Phase” in the Argentine Northwestern is discussed. This conceptual framework was modified not only by the introduction of new concepts contributed by plate tectonics and sequence stratigraphy, but by the increasing radiometric and biostratigraphic information, which allowed to adjust the age of the major geological events that occurred during the lower Paleozoic in this region. The discussion begins with an analysis of the unconformity that marks the top of the Santa Victoria Group (Upper Furongian - Upper Ordovician), whose genesis was attributed to the “Oclóyic Phase” tectonism, event that was traditionally considered responsible for the folding of the Ordovician deposits in northern Argentina. Evidences that contradict this interpretation are shown and alternative hypotheses are provided about the deformation times of the Ordovician sequences in the region.

Palabras clave: Noroeste Argentino. Fases tectónicas. Fase Oclóyica. Orogenias paleozoicas.

Key words: Argentine Northwestern. Tectonic phases. Oclóyic Phase. Paleozoic orogenies.

Introducción

El concepto de fase tectónica o de plegamiento fue introducido por Stille (1941) para explicar las discordancias angulares en el registro geológico. Turner (1960, 1964, 1972 a, b) y Turner y Méndez (1975), adhirieron a este concepto e identificaron un número importante de fases tectónicas en los Andes del norte argentino. Una de ellas la *Fase Tacónica*, luego redefinida como *Fase Oclóyica*, fue considerada como la responsable de la deformación que afecta al Grupo Santa Victoria (Furongiano superior – Ordovícico Superior bajo) y unidades temporalmente equivalentes en el norte argentino. Esta fase fue definida a partir de la discordancia que separa al Grupo Santa Victoria de la Formación Mecoyita (Turner, 1960) o Zapla (Schlagintweit, 1943), de edad hirnantiano-llandoveriana.

¹ CONICET – CIUNSA. Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Geología. Avda. Bolivia 5150 – (4400) Salta, Argentina, moyacris@fibertel.com.ar; crismoya@unsa.edu.ar

Uno de los objetivos de esta contribución es analizar las características y la génesis de la discordancia que marca el techo del Grupo Santa Victoria y mostrar que durante el lapso de su hiato (Sandbiano superior – Katiano), no existen evidencias del plegamiento atribuido a la *Fase Oclóyica*. Otro objetivo es discutir hipótesis alternativas sobre los posibles tiempos de deformación de los depósitos del Grupo Santa Victoria y de las sucesiones temporalmente equivalentes que afloran en los Andes del norte argentino.

El tema que aquí se discute y la problemática de enfrentar históricos paradigmas que sentaron bases en el conocimiento geológico del norte argentino, fueron presentados en el III Congreso de Historia de la Geología Argentina, realizado en Salta del 29 al 31 de Agosto de 2013, en cuyas actas se incluye el resumen que encabeza la presente contribución.

Marco Histórico - Geológico

Según Stille (1941), una “*fase tectónica*” comprende un tiempo geológico relativamente breve a muy breve, durante el cual ocurren procesos tectónicos a escala global, que conducen al plegamiento de los depósitos acumulados durante un intervalo prolongado de quietud tectónica. Es decir, la historia geológica del planeta estaría signada por largos y tranquilos lapsos de sedimentación, separados por otros cortos de deformación, ocurridos en los límites (o cerca de los límites) de los períodos geológicos y cuya expresión física serían discordancias angulares. En este contexto, si el hiato de las discordancias era breve, permitía datar con precisión la fase de plegamiento correspondiente. El esquema de Stille (1941) incluía un listado de fases tectónicas, cada una identificada con un nombre propio.

Los conceptos de Stille (1941) tuvieron grandes aceptaciones en la comunidad geológica sudamericana, de modo que la historia geológica de los Andes Centrales registra una larga lista de fases tectónicas, las que primero se registraron con la nomenclatura original del autor de referencia y luego fueron identificadas de acuerdo con la toponimia de pueblos originarios y tribus precolombinas que habitaron las distintas regiones andinas. Es el caso de las fases tectónicas que en el norte argentino fueron señaladas por Turner (1960) y luego renombradas por Turner y Méndez (1975).

La expresión física de las fases tectónicas definidas por Turner y Méndez (1975) en las sucesiones de edad proterozoica y paleozoica del norte argentino, son importantes discordancias que habían sido previamente identificadas por Keidel (1943) y Turner (1960, 1964, 1972 a, b) y que separan conjuntos estratigráficos bien distintivos. Esos conjuntos fueron definidos formalmente en la sierra Santa Victoria y adyacencias (figuras 1 y 2), en el nordeste de la Cordillera Oriental argentina por Turner (1960, 1964), quien empleó la nomenclatura de Stille (1941) para identificar fases tectónicas a partir de las discordancias observadas; las unidades más antiguas que integran el esquema estratigráfico por él propuesto, son (figura 3).

Formación Puncoviscana

Fue asignada al Proterozoico por Turner (1960, 1964) y definida como una sucesión de vaques y pelitas plegadas, afectadas por metamorfismo de bajo grado e intruidas por el Granito Cañaní. Actualmente se acepta que este conjunto ígneo-metamórfico, forma parte del basamento estratigráfico del norte argentino, el cual está representado por un heterogéneo complejo litoestratigráfico de edad neoproterozoica a cámbrica inferior, identificado en la Formación Puncoviscana *sensu lato* (Aceñolaza y Toselli, 1981) y más recientemente, en el Complejo Puncoviscana (Zimmermann, 2005; Aparicio González y Moya, 2014).

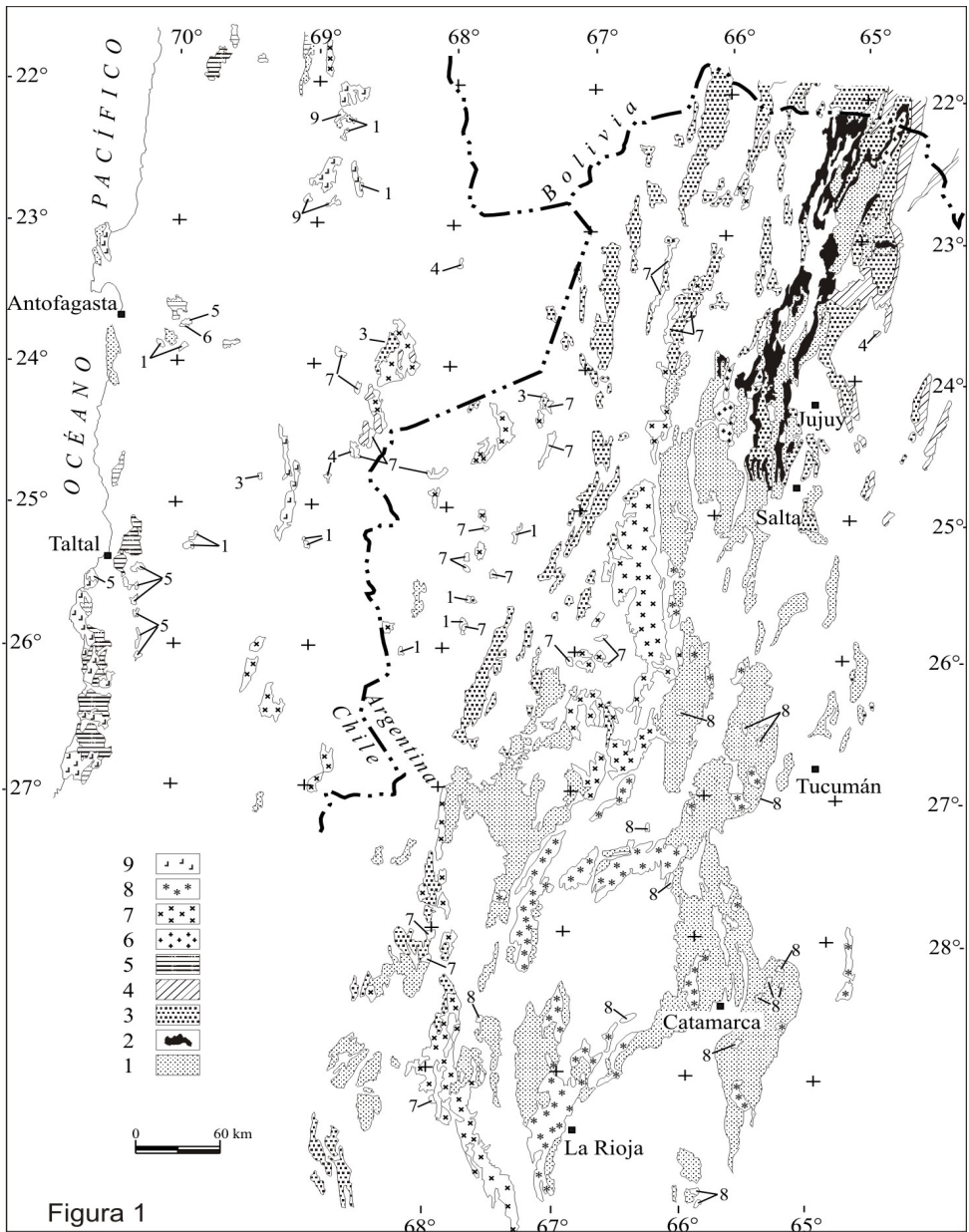


Figura 1. Mapa de afloramientos neoproterozoicos y paleozoicos. 1. Basamento metamórfico (Proterozoico-Cámbrico inferior). 2. Rocas sedimentarias del Cámbrico medio a superior (Ciclo Mesoniano). 3. Rocas sedimentarias del Furoniano superior-Ordovícico Superior bajo (Ciclo Victoriano). 4. Rocas sedimentarias hirnantianas y silúrico-devónicas (depósitos de plataforma) (Ciclo Cordillerano). 5. Rocas sedimentarias devónico-carboníferas (depósitos profundos). 6. Granitos del Proterozoico-Cámbrico inferior. 7. Granitos del Cámbrico medio - Ordovícico. 8. Granitos del Proterozoico-Paleozoico inferior. 9. Granitos del Paleozoico superior. / **Figure 1.** Map of Neoproterozoic-Paleozoic outcrops. 1. Metamorphic basement (Proterozoic-lower Cambrian). 2. Middle to Upper Cambrian sedimentary rocks (Mesonian Cycle). 3. Upper Furonian to early Upper Ordovician sedimentary rocks (Victorian Cycle). 4. Hirnantian and Silurian-Devonian sedimentary rocks (shelf deposits) (Cordilleran Cycle). 5. Devonian - Carboniferous sedimentary rocks (deep deposits). 6. Proterozoic-Lower Cambrian granites. 7. Middle Cambrian - Ordovician granites. 8. Proterozoic-lower Paleozoic granites. 9. Upper Paleozoic granites.

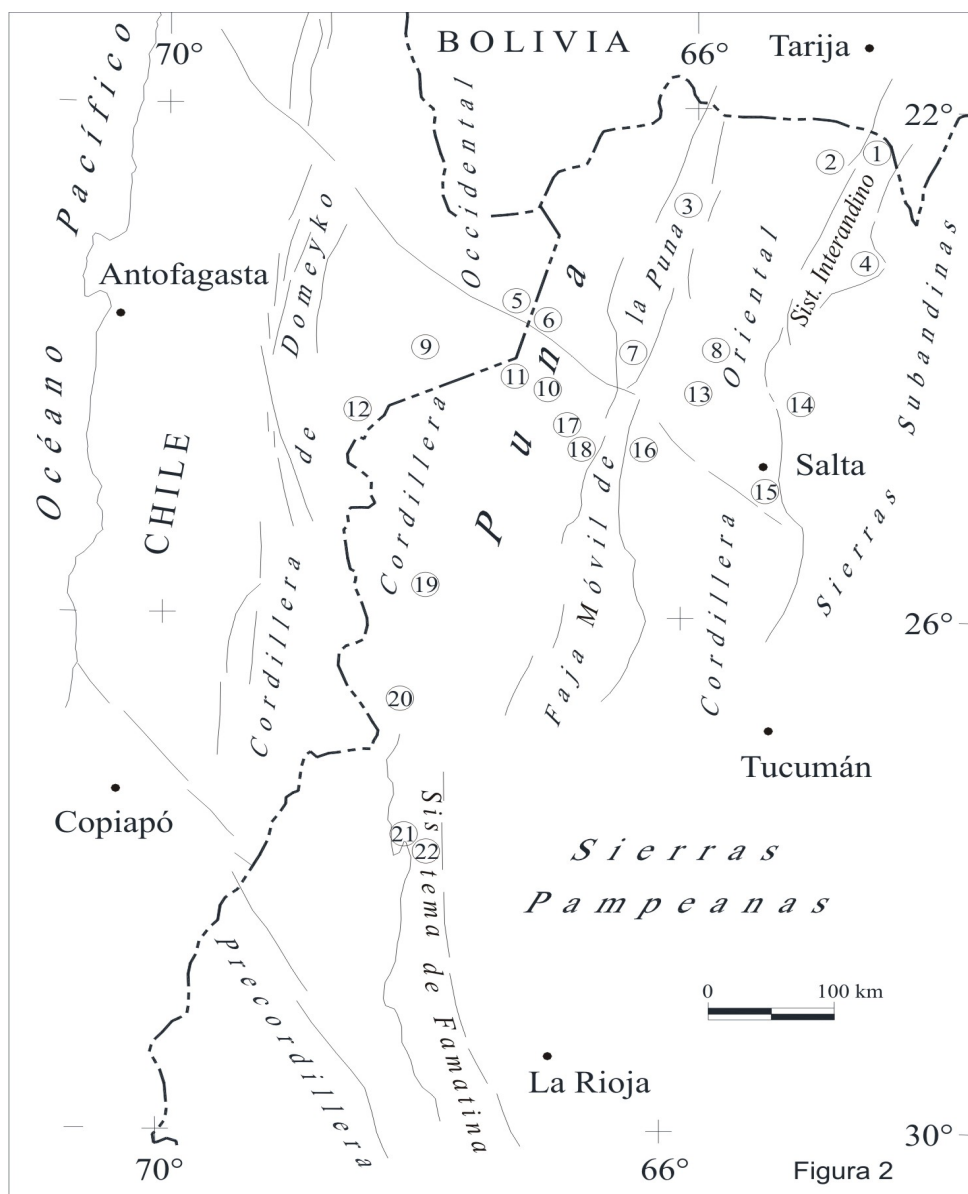


Figura 2. Provincias Geológicas del Noroeste Argentino, con la ubicación de las áreas de referencia. 1. Área Condado-Toldos-Lípeo. 2. Sierra Santa Victoria. 3. Sierras Cochinoaca y Escaya. 4. Sierra Zenta. 5. Aguada de la Perdiz. 6. Huaytiquina. 7. Sierra del Cobre. 8. Área Los Colorados. 9. Cordón de Lila. 10. Quebrada Lari. 11. Vega Pinato. 12. Sierra Almeida. 13. Área Angosto del Moreno-San José de Chañi. 14. Sierra Zapla. 15. Sierra Mojotoro. 16. Sierra Cachi. 17. Salar de Pocitos. 18. Salar Centenario. 19. Salar de Antofalla. 20. Sierra Calalaste. 21. Sierra Las Planchadas. 22. Sierra de Narváez. Provincias Geológicas en base a Salfity *et al.* (1975); Baldis *et al.* (1976); Kley (1996); Moya (1988, 1999) y Ramos (1999). / **Figure 2.** Geological Provinces of the Argentine Northwestern with the location of the reference areas. 1. Condado-Toldos-Lípeo area. 2. Santa Victoria Range. 3. Cochinoaca and Escaya Ranges. 4. Zenta Range. 5. Aguada de la Perdiz. 6. Huaytiquina. 7. Del Cobre Range. 8. Los Colorados area. 9. Lila Range. 10. Lari Ravine. 11. Pinato Wetland. 12. Almeida Range. 13. Angosto del Moreno-San José de Chañi area. 14. Zapla Range. 15. Mojotoro Range. 16. Cachi Range. 17. Pocitos Saline. 18. Centenario Saline. 19. Antofalla Saline. 20. Calalaste Range. 21. Las Planchadas Range. 22. Narváez Range. Geological Provinces based on Salfity *et al.* (1975); Baldis *et al.* (1976); Kley (1996); Moya (1988, 1999) and Ramos (1999).

Grupo Mesón

Comprende un conjunto de depósitos acumulados en ambientes costeros sub e intertidales. Se corresponde con el Kambrium de Keidel (1943) y fue definido por Turner (1960, 1964) con las formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc (K_1 , K_2 y K_3 del primer autor). Las formaciones Lizoite y Chalhualmayoc son cuerpos de arenisca cuarzosa limpia de colores claros, con abundantes entrecruzamientos; la Formación Campanario es un litosomo heterolítico de arenisca/pelita, con importante bioturbación. Una edad cámbrica media a superior es la actualmente aceptada para el grupo, en función de sus relaciones estratigráficas de base y techo y de la cronología de los circones detríticos que contiene (Adams *et al.*, 2008; Augustsson *et al.*, 2011; Aparicio González *et al.*, 2014). El Grupo Mesón cubre en discordancia angular a las rocas del basamento; Turner (1960) vinculó la génesis de esta discordancia con el tectonismo de la Fase Cadomiánica de Stille (1941).

Grupo Santa Victoria

Descrito por Turner (1960, 1964) como un conjunto de depósitos marinos fosilíferos, principalmente pelíticos, con escasas intercalaciones de arenisca y caliza, que presenta un conglomerado de base y tiene una relación de discordancia con el Grupo Mesón; vinculó la génesis de esta discordancia con el tectonismo de la Fase Sárdica de Stille (1941). El Grupo Santa Victoria fue asignado por Turner (1960, 1964) al Tremadociano – Llanvirniano (formalmente, Tremadoc – Llanvirn de las series británicas) y fue definido con las formaciones Santa Rosita y Acoite; esta última, nominada por Harrington (1957).

Formación Mecoyita

Se corresponde con el “*Horizonte Glacial de Zapla*” de Schlagintweit (1943). Fue definida por Turner (1960, 1964) como un conjunto de conglomerados glacialmarinos color gris oscuro, con intercalaciones de areniscas cuarzosas y lutitas, que se apoya en discordancia sobre distintos niveles del Grupo Santa Victoria. Vinculó la génesis de esta discordancia con el tectonismo de la Fase Tacónica de Stille (1941), y asignó a los depósitos una edad llandoveriana – wenlockiana. En base a su contenido paleontológico, actualmente se acepta una edad hirnantiana para esta unidad (Monaldi y Boso, 1987; Rubinstein, 2014).

Aunque la nomenclatura estratigráfica arriba indicada fue establecida por Turner (1960, 1964) para la sierra Santa Victoria y adyacencias (hoja 2c), a partir de trabajos posteriores (Turner, 1972 a y b) se hizo extensiva para toda la Cordillera Oriental argentina y parte de las regiones vecinas. Es el caso del área ubicada al este de la Hoja 2c (Turner, 1964), donde Turner y Méndez (1975) definieron las fases tectónicas que consideraron generadoras de la deformación que afecta a las sucesiones proterozoicas y paleozoicas arriba indicadas. Esta área incluye, entre otras, a las localidades de Condado, Toldos y Lipeo, en el sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, en el norte de la provincia de Salta, en una zona adyacente a la frontera argentino-boliviana (1 de figura 2). Esta zona pertenece al Sistema Interandino (Kley, 1996; Ramos, 1999), región interpuesta entre la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, que si bien se emplaza inmediatamente al este de la sierra Santa Victoria, tiene características estructurales propias. Allí, Turner y Méndez (1975) definieron, entre otras, a las fases Tilcárica

(“a fines del Precámbrico”), Irúyica (“entre el Cámbrico y el Ordovícico”), Oclóyica (“entre el Ordovícico y el Silúrico”) y Chánica (“en la base del Carbonífero”), que equipararon respectivamente, con las fases Cadomiánica, Sárdica, Tacónica y Bretónica, invocadas previamente por Turner (1960, 1964, 1972 a y b) e incluidas en los esquemas de Stille (1941).

La reseña previa muestra que tanto Turner (1960, 1964, 1972 a y b), como Turner y Méndez (1975), siguieron los criterios de Stille (1941) en cuanto a considerar: **a.** Simultaneidad de las fases tectónicas a escala global. **b.** Lapsos de plegamiento relativamente breves. **c.** Ocurrencia temporal de las fases tectónicas en los límites (o cerca de los límites) de los períodos geológicos.

Si bien las ideas de Stille (1941) gozaron de fuerte consenso a nivel internacional, también generaron grandes rechazos. Así, aunque al inicio del planteamiento del concepto de *fases tectónicas* se aceptaba que el tectonismo ocurría durante lapsos breves, se cuestionó que éste estuviese vinculado sólo a orogénesis y plegamiento. Además quedó demostrada la imposibilidad de sostener un sincronismo global para la ocurrencia de las fases tectónicas, aunque se aceptó que su injerencia podría ser regional y, excepcionalmente, continental. Por otro lado, el concepto que las fases tectónicas y las correspondientes discordancias angulares fuesen un elemento natural de subdivisión estratigráfica de la escala geológica, dio pie para definir los sistemas estratigráficos en Europa y para introducir las primeras ideas de la estratigrafía de secuencias en Norteamérica. Asimismo, el concepto que las discordancias documentan sólo procesos tectónicos quedó relativizada, ya que se demostró que discordancias de gran expresión geográfica pueden responder a distintos procesos geológicos, no exclusivamente tectónicos.

Discusiones sobre las *fases tectónicas* o de plegamiento pueden consultarse en textos clásicos contemporáneos o algo más jóvenes a la generación del concepto, como De Sitter (1962), Metz (1963), Mattauer (1976), Aubouin *et al.* (1980), Schlee (1984), entre otros. Más recientemente, Sempere (2004) analiza la Orogenia Andina en el marco de la tectónica de placas y señala la imposibilidad de explicar las deformaciones que ocurren en los distintos tipos de cuencas a partir del paradigma de las *fases tectónicas*. Discute distintos ámbitos geológicos para la generación de discordancias angulares y recuerda que la evolución de una cuenca requiere de subsidencia y que ésta es un proceso tectónico, por lo que difícilmente el tectonismo pueda circunscribirse a breves lapsos.

El caso particular que interesa a este trabajo es la *Fase u Orogenia Oclóyica*, tradicionalmente considerada como el evento geológico que generó el plegamiento y la inversión de los depósitos del Grupo Santa Victoria y equivalentes temporales en el norte argentino (Turner y Méndez, 1975; Turner y Mon, 1979; Moya y Salfity, 1982; Salfity *et al.*, 1984; Ramos, 1986; Bahlburg, 1990; Moya *et al.*, 1993; Bahlburg y Hervé, 1997; Salfity, 1998; Coira *et al.*, 2009; Hongn *et al.*, 2014, entre muchos otros). La expresión física de este evento sería una discordancia que históricamente se consideró angular. A la luz de la información geológica actualmente disponible, quien escribe considera que en los Andes del norte argentino, no existen evidencias de una discordancia angular generada durante el Ordovícico Superior y entiende que deben analizarse otros escenarios y tiempos para explicar la deformación que afecta a los depósitos del Grupo Santa Victoria y unidades equivalentes en la región.

La concepción histórica de la “Fase Oclóyica”

Turner (1960, 1964, 1972a) señaló que el límite superior del Grupo Santa Victoria en la Hoja 2c, área tipo del grupo (2 de figura 2), es una discordancia angular generada por el tecto-

nismo de la *Fase Tacónica*, durante el Ordovícico Superior - Silúrico Inferior. En esos trabajos se indica además, que dicha discordancia separa depósitos del Ordovícico Medio del Grupo Santa Victoria, de la Formación Mecoyita, entonces asignada sólo al Silúrico. Turner y Méndez (1975) ratificaron la injerencia de este evento tectónico y lo redefinieron en la *Fase Oclóyica*.

A diferencia de lo que ocurre en la sierra Santa Victoria, en la zona del Sistema Interandino donde Turner y Méndez (1975) definieron la *Fase Oclóyica* equiparándola con la Fase Tacónica (1 de figura 2), la Formación Mecoyita cubre a depósitos plegados del Tremadociano, correspondientes a la Formación Santa Rosita, que es la unidad basal del Grupo Santa Victoria. Esto significa que en esta zona, existe una discordancia cuyo hiato abarca prácticamente todo el Ordovícico. Este hecho probablemente, indujo a que algunos autores consideraran que la Fase Oclóyica comprendía eventos de plegamiento desarrollados durante todo el Ordovícico y propusieron reemplazar el término de *Fase Oclóyica* por el de *Movimientos Oclóyicos* (Astini, 1998). Sin embargo, ésta no parece haber sido la concepción histórica bajo la que fue definida la *Fase Oclóyica*, ya que en trabajos previos Turner (1960, 1964, 1972a), como en posteriores (Turner y Méndez, 1979; Turner y Mon, 1979), la ausencia de registros post-tremadocianos en la Cordillera Oriental y Puna, se asignó a los procesos de erosión que habrían acompañado a los movimientos tectónicos u oclóyicos, atribuyendo a éstos, el plegamiento y levantamiento de los depósitos del Grupo Santa Victoria y equivalentes, durante el Ordovícico Superior – Silúrico Inferior. Es decir, los autores de referencia no consideraron la posibilidad de eventos tectónicos intraordovícicos, previos a la *Fase Oclóyica* (o *Tacónica*).

En realidad, y como se discutirá posteriormente, sí existen evidencias de plegamiento intraordovícico, específicamente, en las sucesiones del Ordovícico Inferior y eventualmente Ordovícico Medio bajo (Dapingiano), no así en las del Ordovícico Superior. La expresión más notable de la deformación que afectó a los depósitos del Ordovícico Inferior la constituyen, precisamente, discordancias angulares.

En este punto cabe preguntarse entonces a qué se llama *Fase u Orogenia Oclóyica* y cuál es la discordancia angular involucrada. En este trabajo se parte de la concepción con la que fue definida la *Fase Oclóyica*; es decir, la tradicionalmente referida al tectonismo que habría plegado a los depósitos del Grupo Santa Victoria y que habría generado una discordancia angular que separaría a los registros más jóvenes del grupo (Llanvirn, *sensu* Turner, 1960, 1964, 1972a; Turner y Méndez, 1975), de la Formación Mecoyita y/o Zapla (Llandovery – Wenlock, *sensu* Turner, 1960, 1964, 1972a; Turner y Méndez, 1975).

Teniendo en cuenta que las discordancias registradas en las sucesiones paleozoicas del norte argentino no son todas angulares ni tienen la misma génesis, con el fin de evitar nuevos términos que provoquen eventuales confusiones, Moya (1999) respetó la nomenclatura original de las *fases tectónicas* definidas por Turner y Méndez (1975), e identificó a las discordancias con el nombre propio del pueblo originario correspondiente. En el caso que nos ocupa, la Discordancia Oclóyica sería la que Turner y Méndez (1975) consideraron generada por el tectonismo de la *Fase Oclóyica* (o *Tacónica*).

El Grupo Santa Victoria y la Discordancia Oclóyica

Los depósitos ordovícicos en los Andes del norte argentino se habrían desarrollado en por lo menos dos ámbitos geodinámicos sucesivos. El más antiguo, como una cuenca de trasarco, vinculada a un arco magmático emplazado, a coordenadas actuales, al oeste de la región y parte de cuyos registros afloran en el cordón de Lila (figuras 2 y 4), en territorio chileno

(Aceñolaza y Toselli, 1984, 1986; Bahlburg 1990; Bahlburg *et al.*, 1994; Bahlburg y Hervé, 1997; Rapela *et al.*, 1998; Astini, 2008; Zimmermann *et al.*, 2010, entre otros). El ámbito más joven se habría desarrollado a partir del colapso del arco, en una cuenca cuyas condiciones dinámicas y tiempo de perduración serían diferentes si se acepta o no, la injerencia de la *Fase u Orogenia Oclóyica*. En este contexto, el Grupo Santa Victoria en la Cordillera Oriental argentina representa la columna con registros ordovícicos clásicos más completa, no sólo del norte argentino, sino de todo el continente sudamericano.

El Grupo Santa Victoria es una sucesión clástico-marina de plataforma, constituida por una alternancia de cuerpos de pelita y de arenisca que representan sucesivos episodios de transgresión-regresión (Moya, 1988, 1998) (figura 3); estos litosomas fueron identificados con una variada nomenclatura, lo que dificulta su correlación si no se cuenta con controles bioestratigráficos o isotópicos. Los depósitos del Grupo Santa Victoria integran una espesa megasecuencia limitada en base y techo por las discordancias Iruya y Ocloya, respectivamente (Moya, 1999) (figura 3). Esta megasecuencia documenta el registro de un ciclo tectono - eustático de segundo orden –el Ciclo Victoriano–, que se inicia y culmina con depósitos fluviales que evidencian procesos de erosión subaérea (Moya, 2002, 2008).

Figura 3. Cuadro de correlación de los depósitos del Ciclo Victoriano en el Noroeste Argentino (modificado y actualizado de Moya, 2002, 2003). **1.** Relación estratigráfica concordante. **2.** Relación tectónica, no expuesta o desconocida. **3.** Discordancia. **4.** Probable edad más joven. **5.** La identificación de GRUPO y COMPLEJO. **6.** Idem de Formación. **7.** Edad radiométrica. **8.** Rocas plutónicas. **9.** Rocas volcánicas. **10.** Rocas piroclásticas. **11.** Edad de circones detriticos. **12.** Líneas-Tiempo de Correlación (ver abajo). **13.** Conglomerado. **14.** Diamictita. **15.** Arenisca cuarzosa. **16.** Vaque. **17.** Intercalaciones de Arenisca/Lutita. **18.** Limolita/Fangolita. **19.** Lutita. **20.** Trazas fósiles abundantes. **21.** Sulfuros. **22.** Coquinas calcáreas con trilobites del Tremadociano inferior. **23.** Concreciones. **24.** Fosfatos (nódulos, costras o coquinas de lingúlidos). **25.** Depósitos ferríferos (hematita, chamosita). **26.** Turbiditas de grano fino. **27.** Turbiditas de grano grueso. - Referencias de las Líneas-Tiempo de Correlación: LT1. Coquinas con trilobites del Tremadociano inferior. LT2. *A. murrayi*, *Paradelograptus* spp. *Kiaerograptus* spp. LT3. *T. approximatus*. LT4. *B. vacillans*, *A. filiformis*, *B. deflexus*. LT5. *D. bifidus/minutus/nitidus*. LT6. *A. eivonicus*, *P. minor*, *X. svalbardensis*. LT7. *U. austrodentatus*, *G. acanthus*, *C. antennarius*, *A. cucullus*. LT8. *Paralenorthis* sp., *Monorthis transversa*, *Mollesella?* sp. *Tetragraptus* sp. and *Cryptograptus?* sp. LT9. *D. cf. murchisoni*, *G. hinckii fimbriatus*, *G. cf. ciliatus*. LT10. *Dicellograptus* sp. LT11. *Hoekaspis schlagintweiti*. LT12. *Dalmanitina subandina*, cf. *Eohomalonotus*, cf. *Chattiaspis*. LT13. *Talacastograptus leanzai*, *Normalograptus* aff. *normalis*, *N. rectangularis*. LT14. *Stimulograptus sedwickii*. LT15. *Cryptophyrella* sp. La cronoestratigrafía global corresponde a la establecida en la Carta Cronoestratigráfica Internacional, propuesta por Cohen *et al.* (2014). El esquema estratigráfico de las Series Británicas es el propuesto por Rushton (2011). / **Figure 3.** Correlation Chart of the Victorian Cycle deposits in the Argentine Northwestern (modified and updated on Moya, 2002). **1.** Concordant stratigraphic relationship. **2.** Tectonic relationship, not exposed or unknown. **3.** Unconformity. **4.** Probable younger age. **5.** The identification to GROUP and COMPLEX. **6.** Idem to Formation. **7.** Radiometric age. **8.** Plutonic rocks. **9.** Volcanic rocks. **10.** Piroclastics rocks. **11.** Detrital zircons age. **12.** Correlation Time-Lines (see references below). **13.** Conglomerate. **14.** Diamictite. **15.** Quartz sandstone. **16.** Wacke. **17.** Interbedded Sandstone/Shale. **18.** Silstone/Mudstone. **19.** Shale. **20.** Abundant trace fossils. **21.** Sulfides. **22.** Calcareous coquinite with Lower Tremadocian trilobites. **23.** Concretions. **24.** Phosphates (nodules, crusts or lingulid coquinites). **25.** Iron ore deposits (hematite, chamosite). **26.** Fine-grain Turbidites. **27.** Coarse Turbidites. - References Correlation Time-Lines: LT1. Coquinites with Lower Tremadocian trilobites. LT2. *A. murrayi*, *Paradelograptus* spp. *Kiaerograptus* spp. LT3. *T. approximatus*. LT4. *B. vacillans*, *A. filiformis*, *B. deflexus*. LT5. *D. bifidus/minutus/nitidus*. LT6. *A. eivonicus*, *P. minor*, *X. svalbardensis*. LT7. *U. austrodentatus*, *G. acanthus*, *C. antennarius*, *A. cucullus*. LT8. *Paralenorthis* sp., *Monorthis transversa*, *Mollesella?* sp. *Tetragraptus* sp. and *Cryptograptus?* sp. LT9. *D. cf. murchisoni*, *G. hinckii fimbriatus*, *G. cf. ciliatus*. LT10. *Dicellograptus* sp. LT11. *Hoekaspis schlagintweiti*. LT12. *Dalmanitina subandina*, cf. *Eohomalonotus*, cf. *Chattiaspis*. LT13. *Normalograptus* aff. *normalis*, *N. rectangularis*, *Talacastograptus leanzai*. LT14. *Stimulograptus sedwickii*. LT15. *Cryptophyrella* sp. The global chronostratigraphy corresponds to that established in the International Chronostratigraphic Chart proposed by Cohen *et al.* (2014). The stratigraphic scheme of the British Series is proposed by Rushton (2011).

Evidencias paleontológicas demostraron que el Grupo Santa Victoria inició su depósito en el Furongiano (Rao y Hünicken, 1995; Moya y Albanesi, 2000). Es decir, la Discordancia Iruya en su base, atribuida por Turner (1960, 1972 a) y Turner y Méndez (1975) al tectonismo de la Fase Sárdica o Irúyica, fue labrada durante el Furongiano y no en el límite Cámbrico – Ordovícico como originalmente se postuló. El hiato de la Discordancia Iruya coincide con una época de enfriamiento global, cuyo último pico glaciario lo constituye el *Lange Ranch Eustatic Event* (Moya, 1997a, 2008).

Las unidades del Grupo Santa Victoria en la Cordillera Oriental argentina tienen equivalentes faciales y temporales en el Grupo Tamango de las Sierras Subandinas (Aceñolaza y Toselli, 1981) (figura 3). Los registros más jóvenes del Ciclo Victoriano están muy bien documentados en el Grupo Tamango, no así los más antiguos, dado que las sucesiones ordovícicas allí aflorantes, no exponen su base.

Los grupos Santa Victoria y Tamango representan depósitos acumulados en una plataforma marina amplia y relativamente estable que bordeaba Gondwana (Plataforma Chaqueña *sensu* Moya, 1997b, 1999), al oeste de la cual, se desarrollaba la cuenca profunda de la Puna (figura 4), la que a su vez, limitaba al oeste con la Plataforma Altiplánica (Moya, 1997b, 1999), afectada por volcanismo durante el Furongiano superior - Ordovícico Inferior.

Los depósitos ordovícicos de la Puna fueron agrupados en el Complejo de Plataforma de la Puna, el Complejo Volcánico de la Puna y el Complejo Turbidítico de la Puna (Bahlburg, 1990; Bahlburg y Zimmermann, 1999). En general, estas sucesiones ordovícicas no exponen su base y en el techo, presentan truncamiento erosivo importante, por lo que sólo son parcialmente equivalentes del Grupo Santa Victoria (figura 3).

En consecuencia, si se acepta que la Discordancia Ocloya es la que marca el techo de los grupos Santa Victoria y Tamango y es la que constituiría la evidencia del plegamiento identificado en la *Fase u Orogenia Oclóyica*, es necesario discutir al menos, algunos aspectos de esta discordancia: **a.** El hiato de la discordancia y en consecuencia, el tiempo de ocurrencia del proceso que la generó. **b.** La disposición estructural de las sucesiones separadas por la discordancia y por tanto, el tipo de proceso que la generó. **c.** El registro geográfico de la discordancia y por consiguiente, la dispersión espacial del proceso que la generó, pudiendo resultar éste, de índole local, regional, interregional, continental o global.

El Hiato de la Discordancia Ocloya

Desde que Turner (1960) definiera al Grupo Santa Victoria y a la Formación Mecoyita pasaron más de cinco décadas, durante las cuales la información geológica sobre los depósitos cámbricos y ordovícicos del norte argentino ha sido vasta y permitió ajustar la edad de estas unidades, siendo este dato fundamental para analizar el hiato de la Discordancia Ocloya. La información que se considera más relevante incluye los siguientes aspectos:

1. Los grupos Santa Victoria y Tamango culminan con un cuerpo de arenisca que está mejor documentado en las Sierras Subandinas (Formación Centinela) que en la Cordillera Oriental (Miembro Cuarcítico de Formación Sepulturas) (figura 3). Este cuerpo de arenisca se habría acumulado durante el Sandbiano (Ordovícico Superior bajo), ya que cubre a pelitas portadoras de abundante fauna bentónica, entre la que se destaca “*Hoekaspis*” *schlagintweiti* (Harrington) (LT11 de figura 3), junto a conodontes del Darriwiliano tardío – Sandbiano temprano (= Llanvirn Superior – Caradoc Inferior de las series británicas) (Albanesi *et al.*, 2007; Carlorosi *et al.*, 2011). Es decir, los niveles más jóvenes del Grupo Santa Victoria y equivalentes, serían del Ordovícico Superior bajo.

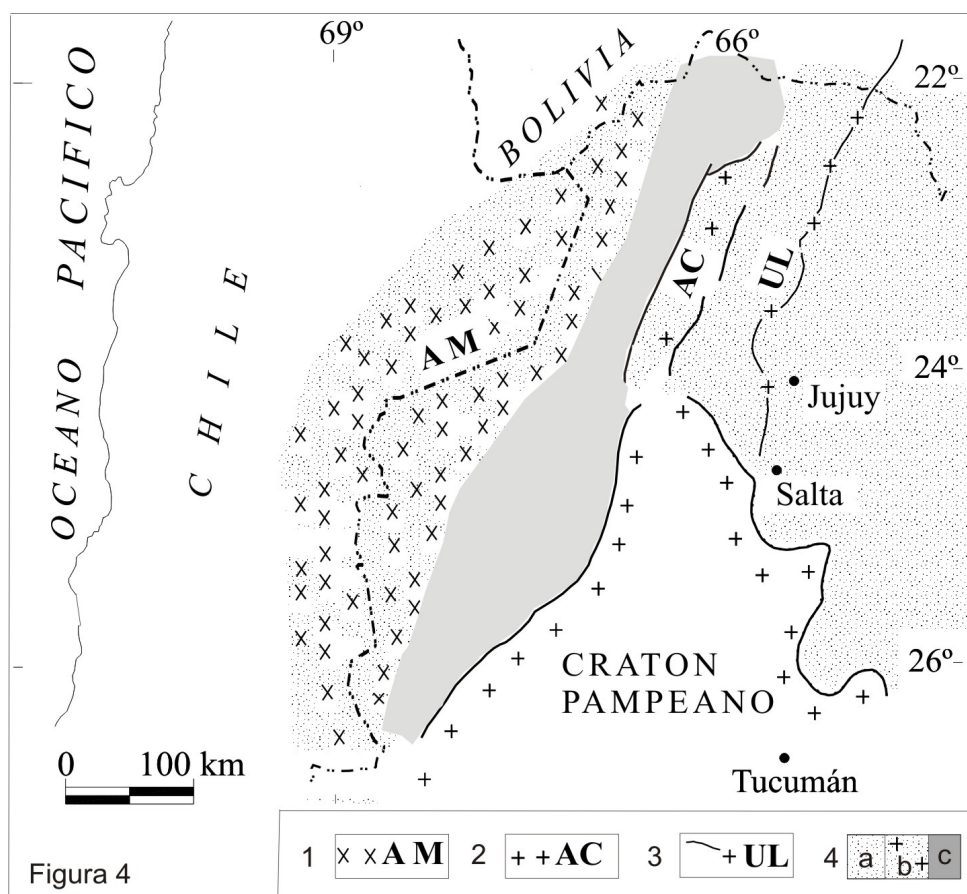


Figura 4. Principales elementos estructurales de la Cuenca Victoriana (modificado de Moya, 2002, 2003). **1.** AM, Arco magmático. Estuvo activo sólo hasta el Floiano terminal - Dapingiano temprano. **2.** AC, Alto de Cobres. Fue un elemento estructural emergido a subemergido desde el Cámbrico Medio hasta el Tremadociano inferior; colapsó durante el Tremadociano superior. **3.** UL, Umbral de Lipán. Otra estructura emergida a subemergida que dividió la Plataforma Chaqueña en un área oriental y otra occidental durante el Paleozoico inferior y medio. **4.** Extensión de la Cuenca Victoriana. a. Áreas someras a subemergidas; b. Áreas someras; c. Áreas profundas. / **Figure 4.** Main structural elements of the Victorian Basin (modified on Moya, 2002, 2003). **1.** AM, Magmatic arc. It was active only until latest Floian - early Dapingian. **2.** AC, Cobres High. It was an emerged to subemerged structural element from the middle Cambrian to lower Tremadocian; it collapsed during the upper Tremadocian. **3.** UL, Lipán Swell. Other emerged to subemerged structure that divided the Chaco Shelf into an eastern and a western areas during lower to middle Paleozoic. **4.** Extension of the Victorian Basin. b. Shallow areas; c. Deep areas.

2. La Formación Mecoyita en la sierra Santa Victoria es un equivalente facial y temporal de la Formación Zapla en las Sierras Subandinas y en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, así como de la Formación Salar del Rincón (Aceñolaza *et al.*, 1972), en la Puna occidental argentina (figura 3). Una edad hirnantiana- llandovertiana basal fue asignada a la Formación Zapla, en base al trilobite *Dalmanitina subandina* Monaldi y Boso (1987) (LT 12 de figura 3) y a un conjunto de acritarcos y quitinozoos (Rubinstein, 2014). Edad similar fue asignada a la Formación Salar del Rincón, a partir de braquiópodos, bivalvos, trilobites y acritarcos (Isaacson *et al.*, 1976; Benedetto y Sánchez, 1990; Malanca y Moya, 1998; Rubinstein y Vaccari, 2004) (LT 12 de figura 3). En las Sierras Subandinas, la Formación Zapla es cubierta por la Formación

Lipeón, que contiene graptolitos de la transición Ordovícico - Silúrico (Monteros *et al.*, 1993; Rickards *et al.*, 2002) (LT 13 de figura 3). En síntesis, las formaciones Mecoyita/Zapla/Salar del Rincón tienen una edad algo más antigua que la llandoveryano - wenlockiana originalmente asignada.

3. La información precedente muestra que el hiato de la Discordancia Ocloya en el norte argentino, abarca el lapso comprendido entre la edad de los niveles más jóvenes de los grupos Santa Victoria y Tamango (Formación Centinela y equivalentes) y la de los niveles más antiguos de las formaciones Mecoyita/Zapla/Salar del Rincón. Esto significa que en el norte argentino, la Discordancia Ocloya fue labrada durante el Ordovícico Superior y que el hiato abarcaría el lapso Sandbiano tardío - Katiano (= Caradoc Superior - Ashgill Inferior de las series británicas).

4. Equivalentes de la Formación Centinela de las Sierras Subandinas argentinas afloran en territorio boliviano y corresponden a la Formación San Benito de la región subandina y a la Formación Amutara de la Cordillera Oriental o Real del centro y norte de Bolivia, cuya edad “caradociana” (formalmente sandbiana) fue establecida en base al braquiópodo *Dignomia boliviana* Emig (Suárez Soruco, 2000). En la Cordillera Oriental del centro de Bolivia (Cochabamba), la Formación Amutara pasa concordantemente a las pelitas negras de la Formación Tokochi, portadora de graptolitos katianos (Caradoc Superior – Ashgill Inferior) (Toro y Salguero, 1996). La Formación Tokochi a su vez, es cubierta por las diamictitas de la Formación Cancañiri, equivalente de los depósitos hirnantiano - llandoveryanos de las formaciones Zapla/Mecoyita/Salar del Rincón del norte argentino, a través de una superficie paraconforme que habría sido labrada durante el Katiano superior. De resultados, la Discordancia Ocloya en la Cordillera Real del centro de Bolivia no tiene un hiato medible; de existir, éste sería muy breve y correspondería al mínimo documentado en la faja andina.



Figura 5. Discordancia Ocloya en el Arroyo Los Tomates, Sierra Zapla (Sierras Subandinas). La sucesión del Ordovícico Superior está invertida. La Discordancia Ocloya separa la Formación Centinela (cuarcitas) (Darriviliano superior – Sandbiano), de la Formación Zapla (fangolitas gujarrosas) (Hirnantiano). / **Figure 5.** Ocloya Unconformity in the Los Tomates Creek, Zapla Range (Subandean Ranges). The Upper Ordovician succession is reversed. The Ocloya Unconformity separates the Centinela Formation (quartzites) (upper Darrivilian – Sandbian) from the Zapla Formation (pebbly mudstone) (Hirnantian).

La disposición estructural de los depósitos que separa la Discordancia Ocloya

Esta disposición estructural está referida a las relaciones de base que tienen los depósitos hirnantiano – llandooverianos, con respecto a los registros del Ordovícico Medio - Superior expuestos en los Andes de Argentina, Bolivia y Chile.

Los diamictos hirnantianos de las formaciones Zapla/Mecoyita/Salar del Rincón/Caññiri están ampliamente distribuidos en las Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia, en la Cordillera Oriental del centro y norte de Bolivia y en el Altiplano boliviano. En contraposición, en la Cordillera Oriental y Sistema Interandino argentinos, así como en la Puna argentino-chilena, los registros hirnantiano-llandooverianos son puntuales, con relaciones de base que merecen tratarse individualmente.



Figura 6. Discordancia Ocloya en la Quebrada Chamarra, área Los Colorados, flanco occidental de la Cordillera Oriental. La Discordancia Ocloya separa depósitos marinos de la Formación Sepulturas (cuarcitas) (Darriviliano superior - ¿Sandbiano?), de los depósitos fluviales basales de la Formación Zapla (Hirnantiano). / **Figure 6.** *Ocloya Unconformity in the Chamarra Ravine, Los Colorados area, western flank of the Eastern Cordillera. The Ocloya Unconformity separates the marine deposits of the Sepulturas Formation (quartzites) (upper Darrivilian - ¿Sandbian?) from the basal fluvial deposits of the Zapla Formation (Hirnantian).*

Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia

En las Sierras Subandinas argentinas, la base del Grupo Tamango no aflora; los depósitos más antiguos son de edad tremadociana inferior y los más jóvenes son sandbianos (figura 3). Hacia el norte, las sucesiones ordovícicas se hundeen, de modo que en la región subandina de Bolivia, el núcleo de las estructuras lo componen rocas de edad ordovícica media y superior, resultando las mejores exposiciones de los depósitos de esta edad y, en consecuencia, de las características que presenta la Discordancia Ocloya.

La expresión física de lo que históricamente se considera el tectonismo de la *Fase Oclóyica* a través de las Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia, es una clara discordancia de erosión, sin angularidad manifiesta (figuras 5 y 6). El truncamiento erosivo se advierte a nivel regional, dado que de norte a sur, el plano de la discordancia bisela niveles cada vez más antiguos de las formaciones San Benito/Centinel. En territorio boliviano, el lapso del hiato de la Discordancia Ocloya disminuye paulatinamente hacia el norte, donde las cuencas ordovícicas y silúricas son más profundas, hasta que finalmente, en el área de Cochabamba, la discordancia se resuelve en una superficie paraconforme, de hiato imponderable.

En síntesis, a lo largo de toda la región subandina argentino-boliviana, no existen evidencias de plegamiento de las sucesiones darriwiliano - sandbianas, como sería de esperar si efectivamente durante el Ordovícico Superior, hubiese actuado el tectonismo de la *Fase Oclóyica*.

Sistema Interandino

Entre la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia se dispone el Sistema Interandino (Kley, 1996; Ramos, 1999) (figura 2), una faja de transición en la que se conjugan los estilos estructurales que caracterizan a las dos primeras regiones. Precisamente, en un área del Sistema Interandino, ubicada al este de la sierra Santa Victoria (1 de figura 2), Turner y Méndez (1975) definieron la *Fase Oclóyica*. En la comarca de referencia, dichos autores indican que la expresión física de la *Fase Oclóyica* es la discordancia angular que separa los depósitos de la Formación Santa Rosita (Tremadociano) de la Formación Mecoyita y destacan el intenso plegamiento que afecta a los depósitos tremadocianos. El problema es que el hiato de esta discordancia involucra casi todo el Ordovícico; en consecuencia, el plegamiento de las capas tremadocianas pudo haber ocurrido en cualquier lapso dentro de ese hiato y no necesariamente durante el Ordovícico Superior - Silúrico Inferior, que es el intervalo que asignaron a la *Fase Oclóyica*.

Como se discutirá más adelante, los estratos cámbrico-tremadocianos en el tramo austral de la Cordillera Oriental argentina y en la Puna argentino-chilena fueron plegados durante el Ordovícico Inferior, por lo que se considera este tiempo como el más probable para el plegamiento que presenta la Formación Santa Rosita en el Sistema Interandino argentino.

Cordillera Oriental o Real de Argentina y Bolivia

Los depósitos hirnantiano-llandoverianos de las formaciones Mecoyita/Zapla son muy escasos en la Cordillera Oriental argentina y el Grupo Santa Victoria generalmente es cubierto por el Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno) (figura 3). Debido a esto, algunos autores consideraron que esta región fue un área positiva a partir del Ordovícico Superior - Silúrico Inferior y que formó parte de una estructura positiva: el *Arco Puneño y/o Pampeano - Púnico* (Salfity *et al.*, 1975; Benedetto *et al.*, 1992 y bibliografía allí citada).

Si bien la escasez de registros hirnantiano-llandoverianos en la Cordillera Oriental hace que esta región no sea la más propicia para el análisis de la Discordancia Ocloya, las dos únicas localidades donde depósitos de esa edad fueron documentados, dan cuenta de una típica discordancia de erosión, no angular.

La localidad más conocida es la sierra Santa Victoria (2 de figura 2), donde Turner

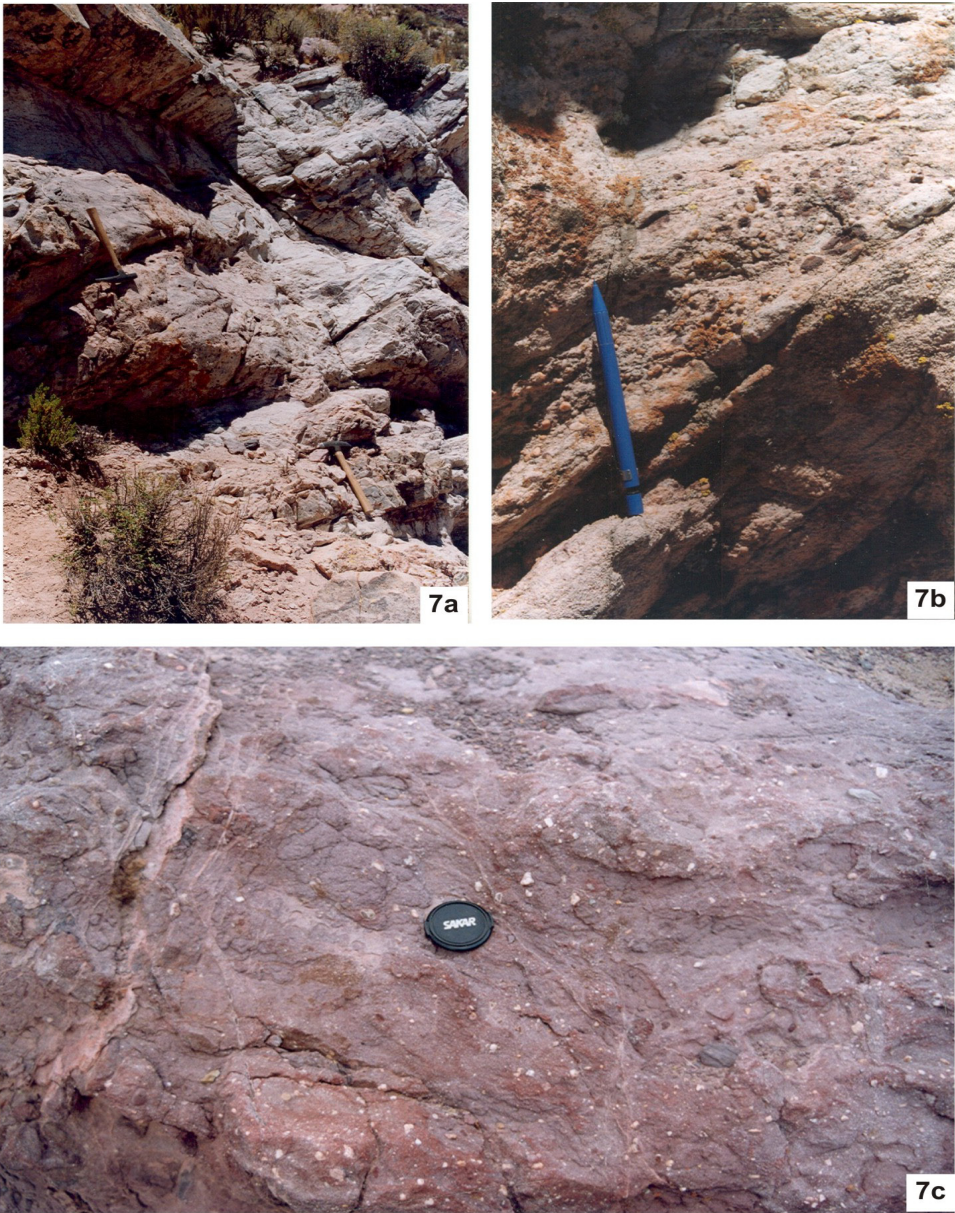


Figura 7. La Formación Zapla en la Quebrada Chamarra tiene dos miembros. El Miembro Inferior está compuesto por areniscas y conglomerados fluviales y el Miembro Superior, por fangolitas guijarrosas. **a.** Las cabezas de los martillos marcan los límites de un cuerpo de grava y arena que tiene estratificación cruzada (barra fluvial) y cubre a las capas marinas de la Formación Sepulturas. **b.** Detalle de los depósitos fluviales del Miembro Inferior de la Formación Zapla. **c.** Fangolitas guijarrosas del Miembro Superior de la Formación Zapla en la Quebrada Chamarra. / **Figure 7.** The Zapla Formation in the Chamarra Ravine has two members. The Lower Member is composed by fluvial sandstones and conglomerates and the Upper Member, by pebbly mudstones. **a.** The hammer heads mark the boundaries of a gravel and sand body which has cross-bedding (fluvial bar) and covers the marine deposits of the Sepulturas Formation. **b.** Detail of the fluvial deposits of the Lower Member of the Zapla Formation. **c.** Pebbly mudstones of the Upper Member of the Zapla Formation in Chamarra Ravine.

(1964, pág. 34) señala que “infiere la existencia de una discordancia” en la base de la Formación Mecoyita, porque en un sector de la comarca, esta unidad cubre de norte a sur, niveles cada vez más jóvenes del Grupo Santa Victoria. Es decir, el autor advierte truncamiento erosivo, aunque no plegamiento, al menos, no un plegamiento que resulte evidente en observaciones localizadas, como lo indica en el caso de los estratos tremadocianos expuestos en la región interandina ubicada inmediatamente al este de la sierra Santa Victoria.

La otra localidad con depósitos hirnantianos en la Cordillera Oriental argentina es el área Los Colorados (8 de figura 2), ubicada en el flanco occidental de esta región, donde la Discordancia Ocloya separa una sucesión floiano – sandbiana del Grupo Santa Victoria, de los conglomerados y diamictitas fluvio-marinos de la Formación Zapla (Moya y Monteros, 1999); estos autores señalan que en esta comarca, la discordancia no es angular y que no existen evidencias de plegamiento oclóyico (figuras 6 y 7).

En concordancia, Suárez Soruco (2000) considera que en la Cordillera Oriental o Real del centro y norte de Bolivia, tampoco existen evidencias de plegamiento vinculadas con la *Fase Oclóyica* y según Sempere (1990, pág. 216), la Formación Tokochi, portadora de graptolitos del Katiano (= Caradoc Superior–Ashgill Inferior), “subyace en leve discontinuidad litológica a las diamictitas glaciomarinas y resedimentos de la Formación Cancañiri”.

Puna argentino - chilena

Los depósitos del Ordovícico Medio a ¿Superior? que afloran en la Puna argentina, integran el Complejo Turbidítico de la Puna (CTP), representado en las formaciones Coquena, Falda Ciénaga y Lina, portadoras de graptolitos del Dapingiano – Darriwiliano (LT6-7 y LT9-10 de figura 3) (Bahlburg *et al.*, 1990; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996; Monteros *et al.*, 1996; Toro y Brussa, 2003; Ortega *et al.*, 2011). Un equivalente temporal del CTP aflora en el Cordón de Lila (Chile) (9 de figura 2) y corresponde a la Formación Quebrada Grande, portadora de fauna indicativa de una edad ordovícica media (LT8 de figura 3) (González *et al.*, 2007).

Los registros más jóvenes del CTP hasta ahora conocidos, afloran en el tramo septentrional de la Faja Móvil de la Puna, donde contienen *Dicellograptus* sp. (LT10 de figura 3), género que indicaría una probable edad darriwiliana tardía a sandbiana temprana (Bahlburg *et al.*, 1990); es decir, en la Puna argentino-chilena aún no se conocen depósitos de segura edad ordovícica superior.

Lo importante es que en ningún caso las turbiditas del CTP ni la Formación Quebrada Grande son cubiertos por depósitos hirnantiano – llandooverianos (figura 3). Esto significa que en la Puna argentino-chilena no es posible analizar la Discordancia Ocloya. Su identificación con la discordancia angular que media entre los depósitos cámbrico-tremadocianos y los hirnantiano-llandooverianos en esta región (Moya *et al.*, 1993, es errónea, porque como se verá más adelante, los registros cámbrico-tremadocianos de la Puna fueron plegados durante el Ordovícico Inferior.

El registro geográfico de la Discordancia Ocloya

La Discordancia Ocloya en los Andes Centrales está bien documentada en las Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia, en el Sistema Interandino de Bolivia, en la Cordillera Oriental o Real del centro y norte de Bolivia y de Perú y en partes del Altiplano peruano. En todas

estas regiones la Discordancia Ocloya es de erosión, no angular.

El registro de la Discordancia Ocloya en la Cordillera Oriental argentina es puntual, porque los depósitos hirnantiano-llandoverianos sólo afloran en dos áreas, siendo en ambas, una discordancia de erosión. En el Sistema Interandino argentino y en la Puna argentino-chilena no está documentada la Discordancia Ocloya.

Ahora bien, durante el Ordovícico Superior ocurrió uno de los eventos glacio-eustáticos más pronunciados del Fanerozoico, que tuvo como resultado una importante extinción de grupos fósiles, cuya magnitud sólo fue superada por la del final del Paleozoico. Este evento climático está ampliamente documentado en los terrenos que integraban las plataformas que bordeaban Gondwana (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1998; Brenchley, 2004), de las cuales formaba parte la Plataforma Chaqueña, que habría estado integrada por las actuales regiones de Llanura Chaqueña, Sierras Subandinas y Cordillera Oriental de Argentina.

El registro físico de este evento glacio-eustático son depósitos glaciogénicos de edad hirnantiano-llandoveriana, cuyo límite inferior es una discordancia de erosión o disconformidad (*disconformity*), o bien, una superficie nítida y paraconforme (Bates y Jackson, 1987; Selley *et al.*, 2004-2005; Catuneanu, 2006). En América del Sur, esta superficie está muy bien documentada a lo largo de la faja andina, particularmente, en los Andes de Bolivia, donde constituye el límite inferior del Ciclo Cordillerano (Suárez Soruco, 1983, 2000), un ciclo tectono-eustático de segundo orden, que se inicia con las diamictitas hirnantiano-llandoverianas de la Formación Cancañiri (equivalente de la Formación Zapla) y continúa con las sucesiones silúrico – devónicas más completas del continente sudamericano.

Las características estructurales o falta de angularidad de la Discordancia Ocloya en los Andes Centrales, su amplio registro geográfico -que excede el ámbito del continente sudamericano- y la coincidencia temporal de su hiato con un evento climático global, cuyo testimonio son depósitos glaciogénicos de distribución intercontinental, llevan a concluir que en el norte argentino, al igual que en otros terrenos que formaban parte de Gondwana, como los Andes de Bolivia y Perú, la Discordancia Ocloya representa un lapso de erosión intensa, más que un intervalo de plegamiento u orogenia durante el Ordovícico Superior. De aceptar este postulado, el cuestionamiento a discutir es sobre el tiempo o los tiempos en los que ocurrió la deformación de las sucesiones del Grupo Santa Victoria y equivalentes. Uno de esos tiempos es el Ordovícico Inferior, durante el cual se generaron dos discordancias angulares: la Discordancia Tumbaya y la Discordancia Guandacol.

La Discordancia Tumbaya

Esta discordancia fue reconocida por Moya (1997b) en el área Angosto del Moreno-San José de Chañi (13 de figura 2), en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, donde separa un conjunto de areniscas, lutitas y coquinas del Tremadociano inferior pertenecientes a la Formación Saladillo (Keidel, 1943), de las lutitas floianas de la Formación Acoite (figuras 8 a y b). El plano de la discordancia es una superficie de topografía irregular, con claras evidencias de meteorización y erosión (figura 9a). La abundante fauna contenida en los depósitos a uno y otro lado de la discordancia, permitió determinar que el hiato hasta ahora documentado en esta parte de la Cordillera Oriental, abarca todo el Tremadociano superior y probablemente parte del Floiano basal, ya que está acotado por niveles de las zonas de *Kainella meridionalis* (*trilobite*) y de *Anisograptus* (Subzona de *Anisograptus matanensis*) (graptolito) del Tremadociano inferior tardío en la base, y por niveles de la Zona de *Tetragraptus approximatus* del Floiano inferior temprano,

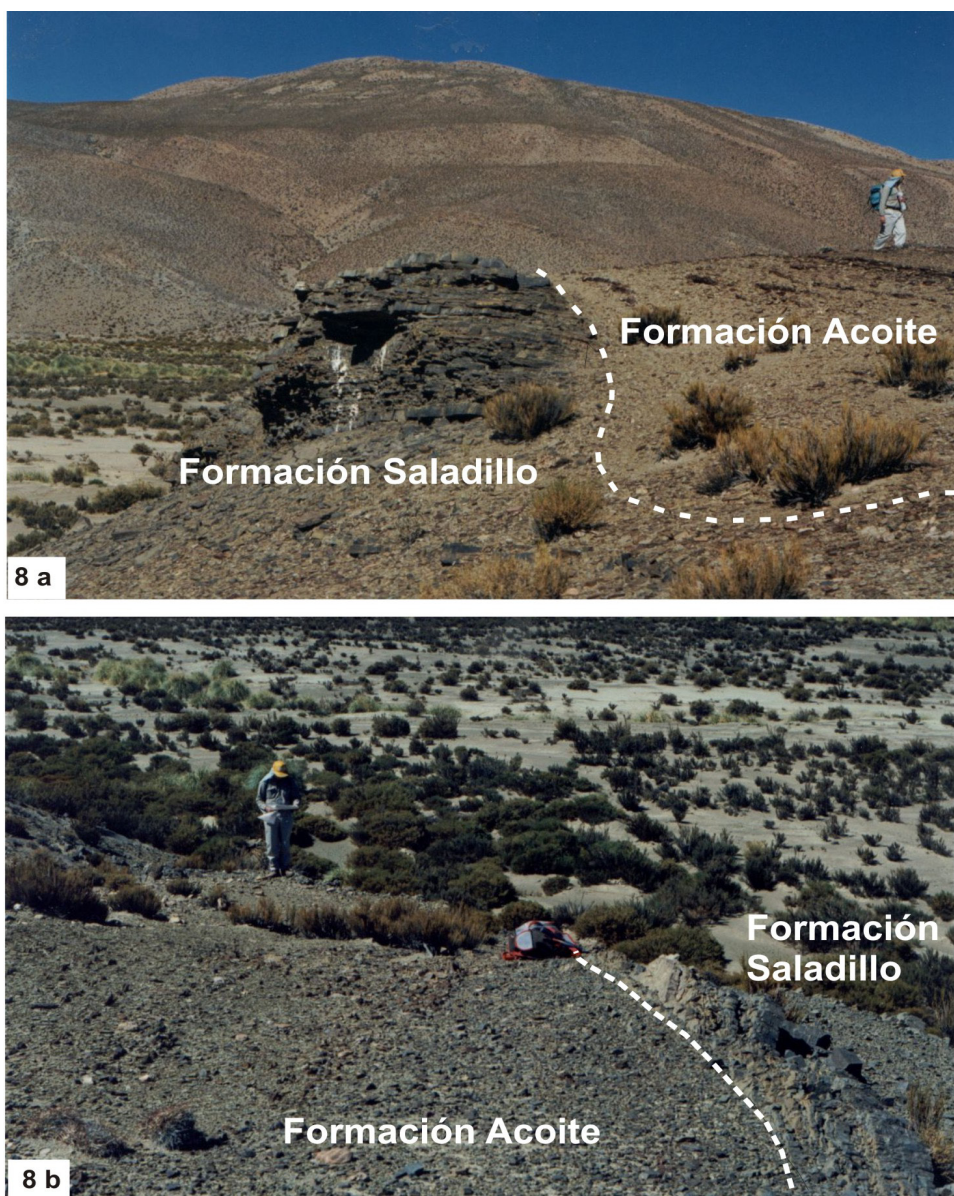
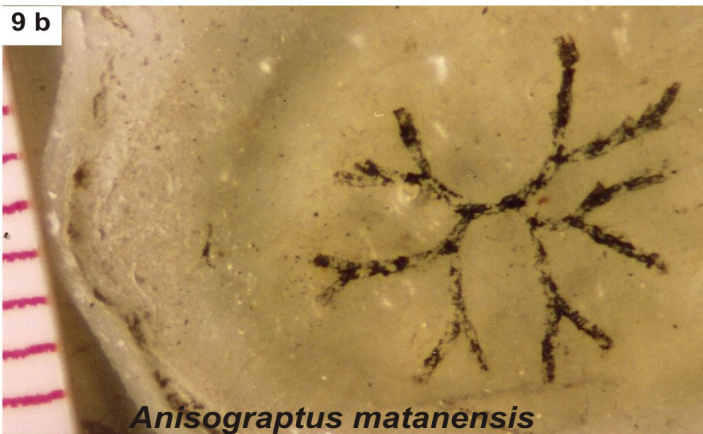


Figura 8. Discordancia Tumbaya en el área Angosto del Moreno-San José de Chañi. **a.** Las areniscas cuarzosas y coquinites de la Formación Saladillo (Tremadociano inferior tardío) subyacen en clara discordancia angular a las lutitas arcillosas de la Formación Acoite (Floiano inferior temprano). La Formación Saladillo buza hacia el O y la Formación Acoite buza hacia el N (vista desde el E). **b.** En tramos donde el ángulo de la discordancia no es muy pronunciado, las diferencias litológicas de las unidades involucradas y su contenido paleontológico, permiten ubicar la superficie de la discordancia. La Formación Saladillo buza hacia el E-NE y la Formación Acoite buza hacia el E (vista desde el N). / **Figure 8.** Tumbaya Unconformity in Angosto del Moreno-San José de Chañi area. **a.** Quartz sandstone and coquinites of the Saladillo Formation (late lower Tremadocian) underlie in clear angular unconformity to the clay shales of the Acoite Formation (early lower Floian). The Saladillo Formation dips to the W and the Acoite Formation dips to the N (view from the E). **b.** In sections where the angle of the unconformity is not very pronounced, the lithologic differences and the paleontological content of the units involved allow locating the surface of the unconformity. The Saladillo Formation dips to the E-NE and the Acoite Formation dips to the E (view from the N).



9 a

9 b



9 c

Figura 9. Discordancia Tumbaya en el área Angosto del Moreno-San José de Chañi. **a.** Superficie lisa, ondulada y oxidada de la Discordancia Tumbaya. El color ocre de la superficie contrasta con el gris oscuro de los depósitos tremadocianos no alterados. **b y c.** Graptolitos de las formaciones Saladillo (b) y Acoite (c). / **Figure 9.** Tumbaya Unconformity in Angosto del Moreno-San José de Chañi area. **a.** Smooth, undulating and rusty surface of the Tumbaya Unconformity. The ochre color of the surface contrasts with the dark gray of unaltered tremadocian deposits. **b y c.** Graptolites from the Saladillo (b) and Acoite (c) formations.

en el techo (Moya *et al.*, 1998) (figuras 9b y 9c). Una aproximación cronológica del lapso que media entre la base de la Zona de *Anisograptus* y la base de la Zona de *T. approximatus* fue calculada en 4, 93 M.a., por Sadler *et al.* (2009).

La discordancia Tumbaya también fue reconocida, acotada o inferida, en algunas comarcas de la Puna argentino-chilena, donde los depósitos del Ordovícico Inferior integran potentes sucesiones clásticas identificadas en el Complejo de Plataforma de la Puna (CPP), el Complejo Volcánico de la Puna (CVP) y su equivalente, el Complejo Ígneo Sedimentario Cordón de Lila (CISL) (Niemeyer, 1989; Bahlburg, 1990; Bahlburg y Zimmermann, 1999; Zimmermann *et al.*, 2010).

La Discordancia Tumbaya en el Complejo de Plataforma de la Puna (CPP)

El CPP constituye el ensamble entre los depósitos de plataforma marina de la Cordillera Oriental (Grupo Santa Victoria) y la cuenca profunda de la Puna. De acuerdo a Bahlburg y Zimmermann (1999), el CPP consiste de areniscas y lutitas de ambiente marino somero e incluye por un lado, a las formaciones Matancilla, Taique y Potrerillo del Grupo Cobres (Schwab, 1973) (figura 3), expuestas en la Sierra Del Cobre, Faja Móvil de la Puna y por otro lado, a la Formación Tolar Chico (Zappettini *et al.*, 1994), en la Puna Austral (figuras 2 y 3).

Al presente, las areniscas cuarzosas y vaques finas de la Formación Tolar Chico en la Puna Austral, no aportaron fósiles; sin embargo, una edad aproximada de 490 M.a. (Furongiano superior) para esta unidad fue señalada por Zimmermann y Bahlburg (2003). Este dato permite postular una probable equivalencia entre la Formación Tolar Chico, con Formación Matancilla del Grupo Cobres en la Faja Móvil de la Puna por un lado, y con el tramo inferior del Grupo Santa Victoria del borde occidental de la Cordillera Oriental, por otro lado (figura 3). Por su parte, las formaciones Taique y Potrerillo son portadoras de trilobites indicativos del límite Cámbrico-Ordovícico y del Tremadociano inferior, respectivamente (Moya, 1999; Vaccari *et al.*, 1999) (figura 3).

Los datos bioestratigráficos e isotópicos arriba señalados sugieren que el Complejo de Plataforma de la Puna (CPP) se habría desarrollado durante el lapso Furongiano superior – Tremadociano inferior.

Contactos generalmente tectónicos separan al CPP del Complejo Volcánico de la Puna (CVP). Es el caso de la relación entre la Formación Potrerillo del CPP (Tremadociano inferior) y la Formación Chiquero (Floiano) del CVP, en partes de la Faja Móvil de la Puna. Sin embargo, cuando se conserva la relación primaria entre estas unidades, el contacto es discordante y el hiato de la discordancia abarca todo o parte del lapso Tremadociano superior – Floiano inferior, es decir, corresponde al hiato de la Discordancia Tumbaya (figura 3).

La Discordancia Tumbaya y los complejos volcano-sedimentarios de la Puna argentino-chilena

Las sucesiones aquí tratadas corresponden al Complejo Volcánico de la Puna (CVP) y al Complejo Ígneo-Sedimentario del Cordón de Lila (CISL); éstos están constituidos por volcanitas félsicas y máficas con características geoquímicas de arco, que intercalan con depósitos marino-clásticos de ambientes someros y profundos (Coira y Barber, 1989; Coira y Nullo, 1989; Koukharsky *et al.*, 1989; Niemeyer, 1989; Bahlburg y Zimmermann, 1999; Zimmermann

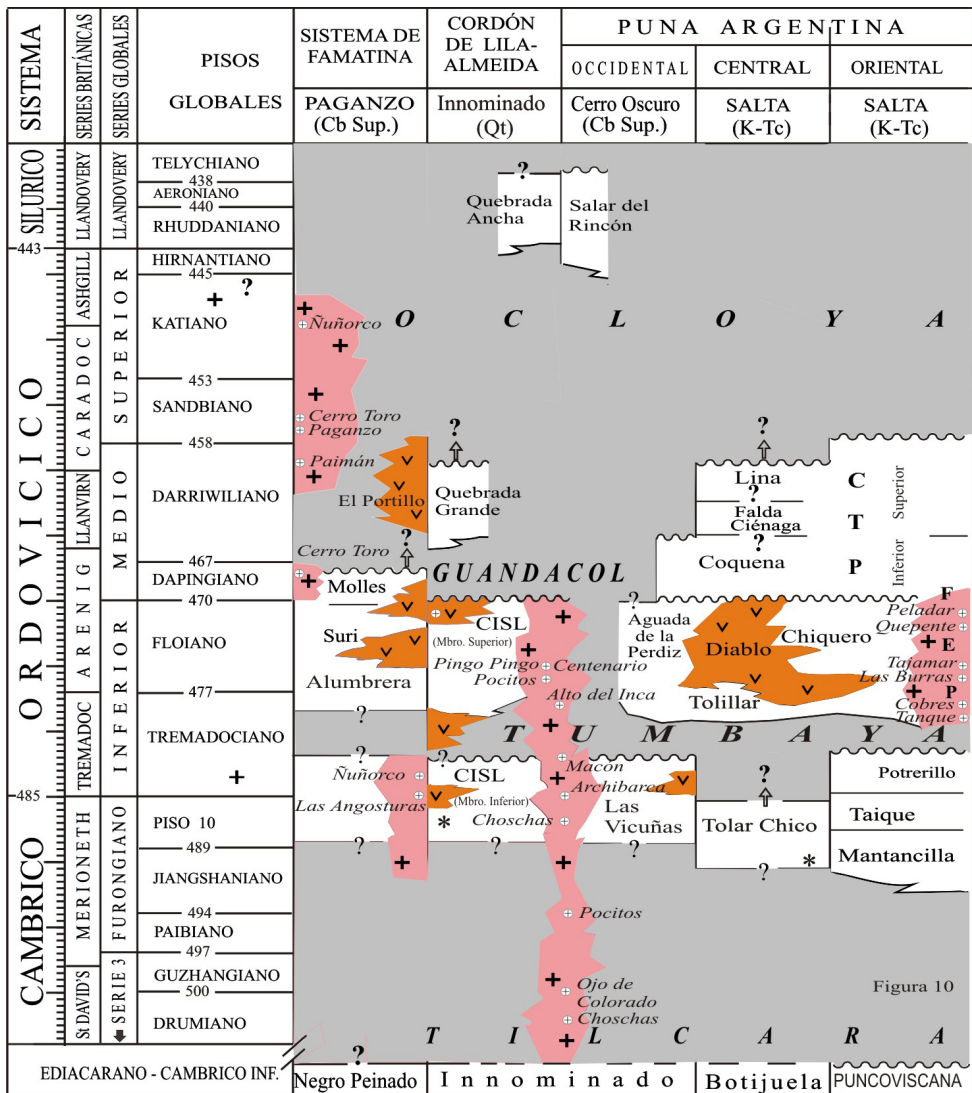


Figura 10. Algunos cuerpos ígneos con dataciones radiométricas que forman parte del arco magmático de la Cuenca Victoriana del noroeste argentino. Referencias idem a las de la Figura 3. / Figure 10. Some igneous bodies with radiometric ages, which are part of the magmatic arc of the Victorian Basin in northwestern Argentina. Idem reference to Figure 3.

y Bahlburg, 2003; Zimmermann *et al.*, 2010, entre otros). El CVP incluye por un lado, a las formaciones Las Vicuñas, Tolillar, Diablo y Aguada de la Perdiz (Furongiano?- Ordovícico Inferior), que afloran en la Puna argentina y en la Cordillera Occidental y por otro lado, a la Formación Chiquero (Floiano) del Grupo Cobres, en la Faja Móvil de la Puna. Por su parte el CISL (Furongiano? – Ordovícico Inferior), aflora en el Cordón de Lila, cuenca de Atacama, Chile (figuras 2 y 3).

La Formación Las Vicuñas (Moya *et al.*, 1993) fue definida en la Quebrada Lari o Del Médano (10 de figura 2) y está constituida por una sucesión clástica de ambiente marino de plataforma que intercala volcanismo sinsedimentario bimodal (figuras 3 y 10); es portadora de

trilobites y graptolitos del Tremadociano temprano inicial, cuyas afinidades permiten vincularla con registros de igual edad expuestos en la Cordillera Oriental y en el Sistema de Famatina (Moya *et al.*, 1993). La Formación Las Vicuñas representa el registro más antiguo paleontológicamente documentado del CVP y no tiene base expuesta, lo que sugiere que su desarrollo pudo haberse iniciado en el Furongiano superior, en coincidencia con el inicio del depósito de la Formación Matancilla y de los grupos Santa Victoria y Tamango, de la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas argentinas.

La Formación Las Vicuñas subyace angularmente a los depósitos hirnantiano-llandoveianos de la Formación Salar del Rincón (figura 11a), los que se inician con facies fluviales (figura 11b), continúan con diamictos glacio-marinos (figura 11c) y culminan con vaques y areniscas ferruginosas y cuarzo-calcáreas, portadoras de una nutrida fauna bentónica (Isaacson *et al.*, 1976; Benedetto y Sánchez, 1990; Malanca y Moya, 1998). Los depósitos de la Formación Las Vicuñas se presentan plegados (figura 11a), con estructuras vergentes hacia el este, a diferencia de las acumulaciones post-tremadocianas de la Puna que tienen, preferentemente, vergencia occidental. Estas diferencias fueron advertidas por Moya *et al.* (1993), quienes sin embargo, atribuyeron la deformación de la Formación Las Vicuñas a la *Fase Oclóyica*, basados en: a. No se conocían registros tremadocianos en la Puna y menos aún las relaciones estratigráficas y/o estructurales entre éstos y los ordovícicos post-tremadocianos; b. Las observaciones de Mon y Hongn (1987), que daban cuenta que los depósitos arenigianos y más jóvenes, fueron afectados por un solo evento de deformación.

El análisis de la Discordancia Tumbaya, así como la valoración de su hiato (Moya, 1997b; Moya *et al.*, 1998), fueron trabajos posteriores que permitieron a Moya (1999) atribuir al lapso de dicho hiato, el plegamiento de la Formación Las Vicuñas, cuestionando por primera vez, la injerencia de la *Fase Oclóyica* en la deformación de las sucesiones del Ordovícico Inferior en el norte argentino.

Hongn y Vaccari (2008) corroboraron que la deformación de los estratos del Tremadociano temprano en el extremo occidental de la Puna argentina, ocurrió antes o durante el Tremadociano tardío - Floiano temprano, es decir, durante el hiato de la Discordancia Tumbaya. Sus observaciones dan cuenta que en Vega Pinato (11 de figura 2), vecina a la localidad tipo de la Formación Las Vicuñas, aflora una sucesión volcánico-sedimentaria que contiene trilobites del Tremadociano inferior (Vaccari y Waisfeld, 2000), a la que identificaron con la Formación Las Vicuñas; ésta subyace mediante discordancia angular a otra sucesión volcánico-sedimentaria que aportó trilobites y braquiópodos floianos (Koukharsky *et al.*, 1996; Benedetto, 2001) y que fue asignada a la Formación Aguada de la Perdiz, la cual, en su localidad tipo, es portadora de graptolitos floianos (LT3, LT5 de figura 3) (García *et al.*, 1962; Bahlburg *et al.*, 1990).

La Formación Las Vicuñas es temporalmente equivalente de las formaciones Taique y Potrerillos, las que sin embargo, no incorporan volcanismo sinsedimentario e integran el CPP expuesto en la Faja Móvil de la Puna. La Formación Aguada de la Perdiz por su parte, sería equivalente de la Formación Chiquero (Schwab, 1973) y/o Complejo Magmático Sedimentario Cochínoca - Escaya (Coira *et al.*, 1999), que también aflora en la Faja Móvil de la Puna (3 de figura 2) y cuyas turbiditas contienen graptolitos del Tremadociano terminal - Floiano (LT2, LT4-5 de figura 3) (Bahlburg *et al.*, 1990; Martínez *et al.*, 1999; Brussa *et al.*, 2008). Precisamente, la Faja Móvil de la Puna es una de las áreas donde se observa la Discordancia Tumbaya (figura 3); allí separa unidades del CPP (Furongiano superior - Tremadociano inferior) sin volcanismo sinsedimentario, de los depósitos volcánico-sedimentarios de la Formación Chiquero. Lo antedicho deja en claro que en la Puna argentino-chilena, el volcanismo sinsedimentario está bien documentado desde por lo menos, el límite Cámbrico-Ordovícico, en tanto que registros

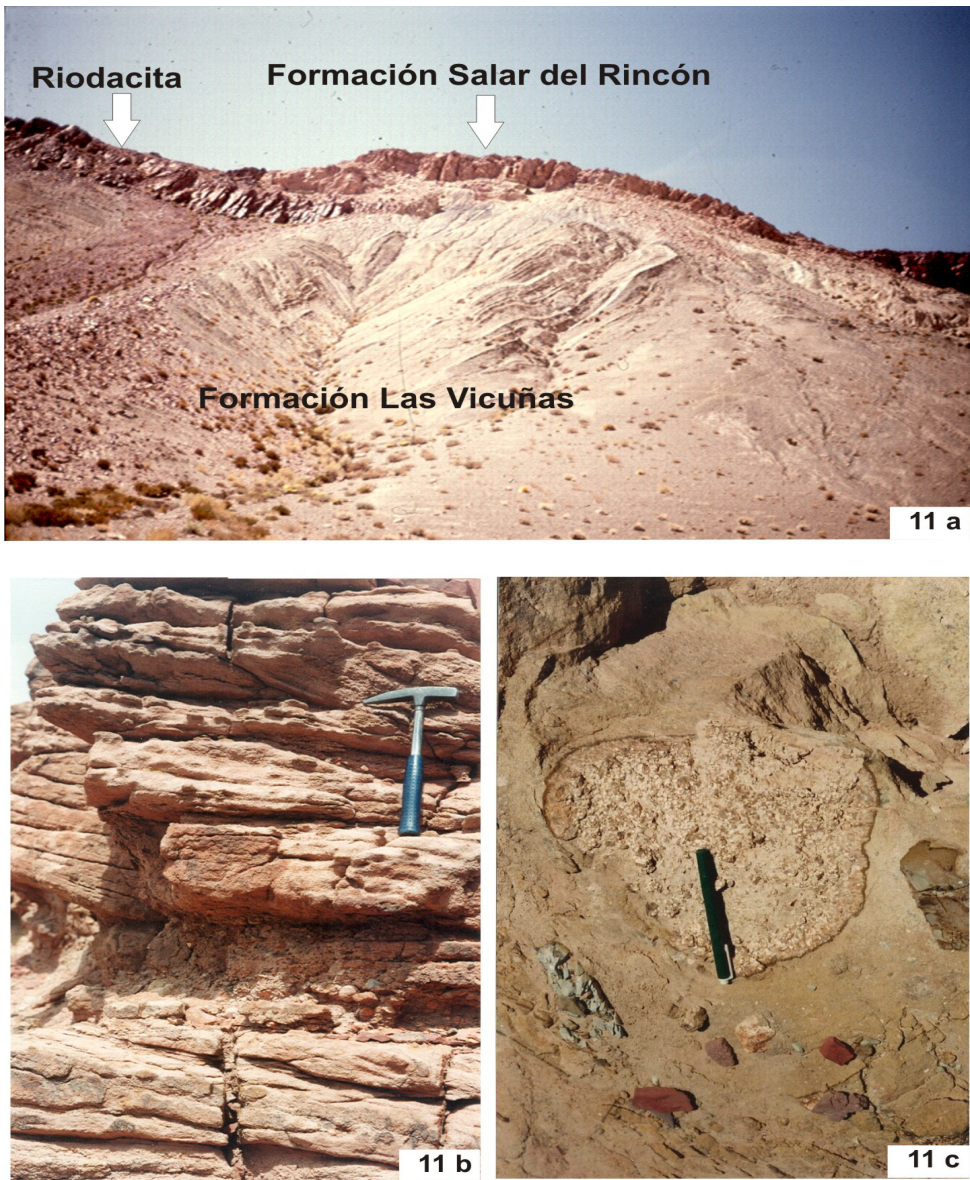


Figura 11. Quebrada Lari o El Médano, extremo occidental de la Puna argentina, sección tipo de las formaciones Las Vicuñas y Salar del Rincón. **a.** Discordancia angular que separa la Formación Las Vicuñas (Tremadociano inferior), de la Formación Salar del Rincón (Hirnantiano-Llandovery). Esta última cubre tanto a las rocas sedimentarias, piroclásticas y volcánicas de la Formación Las Vicuñas, como a los diques y filones capa que intruyen y cubren a esta unidad. **b.** Areniscas y conglomerados fluviales en la base de la Formación Salar del Rincón. **c.** Diamictitas glacio-marinas que cubren a los depósitos fluviales de la base de la Formación Salar del Rincón y que subyacen a las sucesiones marinas fosilíferas de esta unidad. / **Figure 11.** Lari or El Medano Ravine, western end of the Argentina Puna, type section of the Las Vicuñas and Salar del Rincon formations. **a.** Angular unconformity that separate the Las Vicuñas Formation (lower Tremadocian) from the Salar del Rincon Formation (Hirnantian-Llandovery). The latter covers both, the sedimentary, pyroclastic and volcanic rocks of the Las Vicuñas Formation, as the dikes and sills that intrude and cover this unit. **b.** Fluvial sandstones and conglomerates at the base of the Salar del Rincon Formation. **c.** Glacio-marine diamictites that cover the basal fluvial deposits of the base of the Salar del Rincon Formation and that underlie the fossiliferous marine successions of this unit.

similares en la Puna central y oriental de Argentina, se hacen evidentes y frecuentes recién a partir del Tremadociano terminal (figura 3).

Así, la Formación Chiquero intercala volcanitas cuya radiometría ratifica el registro bioestratigráfico del Tremadociano terminal – Floiano antes señalado (figuras 10 y 12): a) Riodacita Agua Castilla 472 ± 6 M.a. (Viramonte *et al.*, 2005), b) Dacita Tanque $478 \pm 7,8$ M.a. y Dacita Peladar 471 M.a. (Coira, 2008). Los representantes plutónicos dieron también edades tremadocianas tardías – floianas: Pórfiro granítico Tajamar 475 ± 5 M.a.; Formación Tanque $479 \pm 1,7$ M.a.; Granodiorita Cobres 476 ± 1 M.a. y $478,4 \pm 3,5$ M.a.; Granodiorita Quepente $472,2 \pm 3$ M.a.; Granito Las Burras $476,7 \pm 4,2$ M.a.; Leucogranito Bayo $479,2 \pm 3,4$ M.a. (Lork y Bahlburg, 1993; Zappettini, 2008). Esta actividad magmática tipifica a la Faja Eruptiva de la Puna Oriental, emplazada a lo largo de la Faja Móvil de la Puna (figuras 2, 10 y 12), ámbito en el que Hongn *et al.* (2008), señalaron que las intrusiones son coetáneas con fenómenos de metamorfismo y deformación, y sobre la base de las estructuras analizadas por Hongn *et al.* (2006), ratificaron la injerencia de los procesos tectónicos distensivos señalados por Moya (1999), los que habrían conducido al colapso de un alto estructural (Alto de Cobres, figura 4), permitiendo la exhondación necesaria para la acumulación de las turbiditas de la Formación Chiquero.

Equivalentes de las formaciones Aguada de la Perdiz y Chiquero e integrantes del CVP, son las formaciones Tolillar y Diablo expuestas en la Puna Austral argentina (figuras 2 y 3). La Formación Tolillar está representada por areniscas volcanoclásticas, lutitas y limolitas, que dieron una edad aproximada de 480-485 M.a. (Zimmermann y Bahlburg, 2003); en los niveles superiores, la unidad aportó graptolitos del Tremadociano superior tardío (Zona de *Araneograptus murrayi*; LT2 de figura 3) (Zimmermann *et al.*, 1999). La Formación Diablo por su parte, incluye depósitos gruesos de naturaleza turbidítica, entre los que intercalan flujos lávicos; tiene una edad aproximada de 476 M.a. (Zimmermann y Bahlburg, 2003).

En un sentido más amplio, el CVP sería temporalmente equivalente del Complejo Ígneo – Sedimentario Cordón de Lila (CISL), que aflora en territorio chileno. En este marco, la Formación Las Vicuñas se correspondería con el Miembro Inferior del CISL, compuesto de turbiditas, areniscas y volcanitas básicas, cuya edad de sedimentación, basada en circones detriticos, sería más joven que 487 ± 7 M.a. (figura 3) (Zimmermann *et al.*, 2010). Por otro lado, la Formación Aguada de la Perdiz sería equivalente del Miembro Superior del CISL, compuesto de flujos riolíticos y riodacíticos con edades de 471 ± 6 M.a. y 468 ± 6 M.a., entre los que intercalan escasas areniscas y lutitas (figura 3) (Zimmermann *et al.*, 2010).

Los depósitos volcano-sedimentarios del CVP y del CISL tienen equivalentes en las sucesiones cámbrico-ordovícicas del Sistema de Famatina (figuras 2, 3 y 10). Al respecto, Cisterna *et al.* (2010) indicaron que en el norte de la Sierra Narváez (22 de figura 2) aflora una sucesión volcano-sedimentaria compuesta por lutitas negras con graptolitos del Tremadociano inferior, entre las que intercalan dacitas, andesitas y basaltos. Esta sucesión es la que está intruida por la granodiorita Las Angosturas, que dio una edad de 485 ± 7 M.a. (figuras 3, 10 y 12) (Rubeolo *et al.*, 2002). Por otro lado, Cisterna y Mon (2012) señalan que esa sucesión volcano-sedimentaria presenta estructuras que documentan la superposición de por lo menos, dos episodios de plegamiento; el primero, con pliegues relativamente cerrados, vergentes al este y un segundo episodio, con pliegues de mayor longitud de onda, vergentes hacia el oeste. De esto surge que el primer episodio podría compararse con la deformación que afecta a la Formación Las Vicuñas, en tanto que el segundo episodio, presenta características más afines con gran parte de los depósitos floianos y más jóvenes de la Puna. Cisterna y Mon (2012) destacan, precisamente, que las estructuras vinculadas con el segundo episodio de plegamiento son las

<i>Faja Móvil de la Puna</i>		
--Sillda cítico Niño Muerto	495 ± 4 M.a.	Hauser <i>et al.</i> (2008)
--Metariolita Salar Centenario	485 ± 5 M.a.	Viramonte <i>et al.</i> (2005)
--Dacita Tanque	478 ± 7,8 M.a.	Coira (2008)
--Riodacita Agua Castilla	472 ± 6 M.a.	Viramonte <i>et al.</i> (2005)
--Dacita Peladar	471 M.a.	Coira (2008)
--Leucogranito Bayo	479,2 ± 3,4 M.a.	Zappettini (2008)
--Granito Tanque	479 ± 1,7 M.a.	Coira (2008)
--Monzogranito Cobres	478,4 ± 3,5 M.a.	Coira (2008)
--Granito Las Burras	476,7 ± 4,2 M.a.	Zappettini (2008)
--Granodiorita Cobres	476 ± 1 M.a.	Lork y Bahlburg (1993)
--Leucogranito Ochaqui	475 ± 5 M.a.	Viramonte <i>et al.</i> (2005)
--Granodiorita Quepente	472,2 ± 3 M.a.	Zappettini (2008)
--Granito área S.A.d.I. Cobres	471 ± 12 M.a.	Omarini <i>et al.</i> (1984)
<i>Sierra de Almeida y Cordón de Lila</i>		
--Turbidita (CISL, Mbro. Inf.)	487 ± 7 M.a.	Zimmermann <i>et al.</i> (2010)
--Flujos riolíticos (CISL, Mbro. Sup.)	471 ± 6 M.a.	Zimmermann <i>et al.</i> (2010)
--Flujos riolíticos (CISL, Mbro. Sup.)	468 ± 6 M.a.	Zimmermann <i>et al.</i> (2010)
--Granodiorita Choschas	502 ± 7 M.a.	Damm <i>et al.</i> (1990)
--Granodiorita Choschas	487 ± 50 M.a.	Mpodozis <i>et al.</i> (1983)
--Granito Alto del Inca	478 ± 44 M.a.	Mpodozis <i>et al.</i> (1983)
--Plutón Pingo-Pingo	475,4 ± 4,3 M.a.	Niemeyer (2012, com.epist.)
<i>Puna Central y Occidental</i>		
--Complejo Básico Ojo de Colorado	~ 500 M.a.	Bock <i>et al.</i> (2000)
--Diorita, Complejo Ígneo Pocitos	494 ± 20 M.a.	Blasco <i>et al.</i> (1996)
--Granito Archibarca	485 ± 15 M.a.	Palma <i>et al.</i> (1986);
--Granodiorita Macón	482,7 ± 7,8 M.a.	Koukharsky <i>et al.</i> (2002)
--Compl. Pocitos	476 ± 2 M.a.	Zimmermann y Bahlburg (2003)
--Leucogranito Salar Centenario	475 ± 5 M.a.	Viramonte <i>et al.</i> (2005)
--Diorita Complejo Ígneo Pocitos	470 ± 17 M.a.	Blasco <i>et al.</i> (1996)
--Granito Taca Taca	469 ± 4 M.a.	Llambías y Caminos (1986)
--Plutonitas Sierra Calalaste	~ 468 M.a.	Zimmermann y Bahlburg (2003)
<i>Sistema de Famatina</i>		
--Riolita Puesto Chaschuil	468,3 ± 3,4 M.a.	Baldo <i>et al.</i> (2003)
--Granito Las Angosturas	485 ± 7 M.a.	Baldo <i>et al.</i> (2003)
--Granito Ñuñorco	484 ± 5 M.a.	Rapela, (2000)
--Granito Cerro Toro	468 ± 3 M.a.	Rapela, (2000)

Figura 12

Figura 12. Datos radiométricos de rocas volcánicas y plutónicas cámbrico-ordovícicas expuestas en el noroeste de Argentina y en el norte de Chile. / **Figure 12.** Radiometric data of Cambrian-Ordovician volcanic and plutonic rocks exposed in Northwestern Argentina and North Chile.

que caracterizan a los depósitos "arenigianos" (formalmente floianos) que afloran en la Sierra Las Planchadas (21 de figura 2). Si bien dichos autores señalan no haber observado el contacto entre ambas sucesiones, inferen un contacto discordante entre ambas. De comprobarse este supuesto, el contacto discordante sería comparable con la Discordancia Tumbaya que separa a las formaciones Las Vicuñas y Aguada de la Perdiz en el extremo occidental de la Puna argentina (Hongn y Vaccari, 2008).

El registro geográfico de la Discordancia Tumbaya

De acuerdo con lo expuesto, la Discordancia Tumbaya está registrada en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, en la Faja Móvil de la Puna, en la Puna argentino-chilena y, probablemente, en el Sistema de Famatina.

El ángulo en la disposición estructural de los depósitos en la Discordancia Tumbaya, así como la incorporación de material volcánico en las sucesiones involucradas, se incrementan notablemente en sentido este-oeste, lo que indicaría una proximidad de la fuente volcanogénica en esta última dirección y ratificaría la posición de tras-arco tradicionalmente invocada para los estadios volcano-sedimentarios de la cuenca victoriana. En efecto, en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, la discordancia separa sucesiones exclusivamente epiclásticas; en la Faja Móvil de la Puna, separa depósitos epiclásticos de otros volcano-sedimentarios y en Puna argentino-chilena, separa exclusivamente registros volcano-sedimentarios (figuras 3 y 10).

En el Cordón de Lila, los registros del CISL son principalmente volcánicos y de acuerdo con Zimmermann *et al.* (2010), ellos representan parte del propio arco volcánico. Si bien dichos autores no mencionan discordancias dentro del CISL, presentan datos radiométricos que permitieron postular las correlaciones discutidas en párrafos previos, entre el miembro inferior del CISL con la Formación Las Vicuñas y el miembro superior del CISL con la Formación Aguada de la Perdiz, unidades que en la Puna argentina están separadas por la Discordancia Tumbaya. De lo antedicho se colige que el evento que generó la Discordancia Tumbaya en la Puna occidental argentina, en el Cordón de Lila pudo estar vinculado con el emplazamiento del filón capa (*sill*) riolítico que separa los dos miembros del CISL (figuras 3 y 10).

Restaría comentar que en el flanco oriental de la Cordillera Oriental y en las Sierras Subandinas argentinas, el lapso del hiato de la Discordancia Tumbaya está representado por un cuerpo de arenisca que comprende a la Formación Áspero y equivalentes temporales (figura 3). El depósito de esta arenisca responde a un episodio de regresión que Monteros y Moya (2006) identificaron con el *Ceratopyge Regressive Event* (Erdtmann, 1986). Este evento fue ampliamente documentado por Erdtmann y Paalits (1994) en Europa oriental, a través de una discordancia cuyo hiato abarca gran parte del Tremadociano superior, lapso que en algunas regiones del oeste de Suecia y Noruega, está representado por un cuerpo de caliza. La semejanza entre esta región escandinava con el norte argentino resulta impactante (Moya y Monteros, 2011), y en el caso de la regresión y/o de la discordancia involucrada, va más allá, dado que una de las razones invocadas por Erdtmann y Paalits (1994) para explicar este evento regresivo, es la tectónica que habría acompañado a la Orogenia Finnmarkiana, a lo largo del margen activo caledónico.

La Discordancia Guandacol

Otra discordancia angular intraordovícica preoclóyica, es la descrita por Zimmermann

et al. (2010) en el Cordón de Lila, Puna de Atacama (Chile) (9 de figura 2), donde el Complejo Ígneo Sedimentario Cordón de Lila (CISL; Furongiano[?]-Ordovícico Inferior), subyace angularmente a la Formación Quebrada Grande (figuras 3 y 10). Esta última comprende una sucesión clástica de ambiente marino somero, que se inicia con conglomerados, areniscas y coquinas calcáreas con braquiópodos, que gradan a areniscas y limolitas con graptolitos. En base a su contenido fósil (LT8 de figura 3), la Formación Quebrada Grande fue asignada al Darriwiliano (Ordovícico Medio alto) por González *et al.* (2007).

La discordancia angular que media entre la Formación Quebrada Grande y el CISL, deja en claro que el plegamiento póstumo de este último fue pre-darriwiliano y se correspondería temporalmente con el que Salfity *et al.* (1984) y Bahlburg (1990) atribuyeron a la Fase Guandacol en el norte argentino (figuras 3 y 10).

La Discordancia Guandacol que en el Cordón de Lila es marcadamente angular y pone fin a las acumulaciones ígneo-sedimentarias del CISL, en la Puna argentina se resuelve a través de una clara superficie paraconforme o de bajo ángulo y de hiato breve, aunque también marca el final de las acumulaciones volcánico-sedimentarias del CVP (Formación Aguada de la Perdiz), las que son cubiertas por las turbiditas de la Formación Coquina, con las que se inicia el CTP (Monteros *et al.*, 1996) (figuras 3 y 10). Esta relación fue temporalmente acotada en Huaytiquina (6 de figura 2), en la frontera argentino-chilena, donde los niveles superiores de la Formación Aguada de la Perdiz, contienen graptolitos del Floiano tardío (LT5 de figura 3) (Bahlburg *et al.*, 1990), en tanto que los contenidos en los niveles inferiores del CTP (Formación Coquena), son indicativos del Dapingiano (LT6 de figura 3) (Monteros *et al.*, 1996). La Formación Coquena documenta una brusca exhondación a partir del Dapingiano (Monteros *et al.*, 1996), en sincronía con la emersión parcial del eje de la Cordillera Oriental (Bahlburg, 1990), donde los niveles superiores de la Formación Acoite, cercanos al plano de la discontinuidad que la separa de las capas rosado-moradas de la Formación Alto del Cóndor (Astini, 2003) (figura 3), contienen graptolitos de la misma biozona del Floiano tardío (LT5 de figura 3) (Zona de *Didymograptellus bifidus*; Toro, 1994), que los del tramo superior de la Formación Aguada de la Perdiz en Huaytiquina. Es decir, la Discordancia Guandacol en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, es la que Astini (2003, pág. 55) identifica como Discordancia Los Colorados. A fin de no incorporar nueva nomenclatura que podría inducir a mayores confusiones, en el presente trabajo se propone reservar el nombre de Discordancia Los Colorados de Astini (2003), para la discontinuidad que separa las formaciones Alto del Cóndor y Sepulturas (figura 3).

La emersión de la Cordillera Oriental durante el Ordovícico Medio fue uno de los principales argumentos esgrimidos por Salfity *et al.* (1984) para invocar la injerencia de la Fase Guandacol en el norte argentino, en el supuesto que este lapso correspondía también al tiempo del volcanismo. Dichos autores consideraron que la Cordillera Oriental y la Puna formaron parte de una estructura positiva, la Protopuna o Arco Puneño, que a partir del Ordovícico Superior habría separado la cuenca victoriana y la cordillerana, en una subcuenca oriental y otra occidental.

Ajustes bioestratigráficos posteriores (discutidos en apartados previos), invalidaron la edad ordovícica media asignada al volcanismo. Asimismo, el hallazgo en el centro del flanco occidental de la Cordillera Oriental (área Los Colorados), de rocas del Darriwiliano tardío – Sandbiano en la parte superior del Grupo Santa Victoria (Formación Sepulturas), junto al registro de la Formación Zapla (Hirnantiano – Llandovery) (figuras 6 y 7) (Moya y Monteros, 1999), impide sostener que la Cordillera Oriental fue un elemento positivo durante todo el Ordovícico Superior. Las capas rosado-moradas de la Formación Alto del Cóndor (Ordovícico Medio), de ambiente marino-litoral, se habrían depositado en los flancos de una antigua estructura, el

Umbral de Lipán (Moya, 1988), representada por una angosta faja sub-emergida (figura 4), cuya vigencia se comprueba desde el Cámbrico medio (Moya, 1999), lo que relativiza las modificaciones paleogeográficas inferidas para el Ordovícico Medio-Superior y el Silúrico, es decir, el lapso posterior a la Discordancia Guandacol y que incluye al hiato de la Discordancia Ocloya.

Por otro lado, en el Cordón de Lila se presenta una interesante relación de discordancia cuyo hiato está acotado por el plegamiento del CISL (pre-darriwiliano) y una cobertura de edad silúrica, representada por la Formación Quebrada Ancha (figuras 3 y 10). Esta última comprende una sucesión de areniscas cuarzosas y calcáreas portadoras de braquiópodos de edad llandooveriana (LT15 de figura 3) (Navarro *et al.*, 2006), así como de una interesante icnofauna (Aceñolaza *et al.*, 2009). La Formación Quebrada Ancha se dispone transgresivamente sobre los depósitos plegados del CISL (Furongiano? Ordovícico Inferior) y sobre los granitoides que intruyen a éste, aunque no sobre la Formación Quebrada Grande, de edad ordovícica media (figuras 3 y 10).

Lo antedicho sugiere que los procesos tectónicos que condujeron al plegamiento del CISL pudieron haber generado un relieve importante, sobre el que se acumuló --Discordancia Guandacol mediante--, la Formación Quebrada Grande (Darriwiliano). Durante el Ordovícico Superior probablemente sobrevino un lapso de erosión intensa (Discordancia Ocloya), que habría eliminado gran parte de los registros de la Formación Quebrada Grande, de modo que las acumulaciones silúricas de la Formación Quebrada Ancha, se apoyan sobre registros ordovícicos más antiguos (figuras 3 y 10).

El registro geográfico de la Discordancia Guandacol

El registro geográfico de la Discordancia Guandacol es similar al de la Discordancia Tumbaya (figuras 3 y 10), dado que la génesis de ambas se vincula con el desarrollo del arco volcánico y los complejos procesos de subducción, deformación y metamorfismo que esto supone.

Así, en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, la Discordancia Guandacol fue labrada por la emersión parcial del área y la consecuente regresión forzada y erosión; separa capas francamente marinas de plataforma (Formación Acoite), de acumulaciones mixto-litorales de la Formación Alto del Cóndor (figura 3). En la Puna occidental argentina, la Discordancia Guandacol está representada por una superficie paraconforme o de bajo ángulo que separa las sucesiones volcano-sedimentarias del CVP, de las turbiditas del CTP, con un hiato breve e imponderable (figuras 3 y 10), dentro del límite Floiano-Dapingiano. Esta situación difiere de la discordancia angular que en el Cordón de Lila, separa al CISL (Furongiano? - Ordovícico Inferior) de la Formación Quebrada Grande, de edad darriwiliana (Ordovícico Medio alto), indicando que aquí el hiato involucraría a todo el Dapingiano (figuras 3 y 10). Es decir, el ángulo entre las sucesiones involucradas, así como el lapso del hiato de la Discordancia Guandacol se incrementan hacia el oeste, siendo el Cordón de Lila, el único lugar hasta ahora conocido en los Andes del norte de Argentina y Chile, donde esta discordancia es angular.

Discusión y consideraciones finales

La información geoquímica e isotópica de las rocas del CVP y el CISL permitió determinar que el volcanismo intercalado en las sucesiones del Ordovícico Inferior de la Puna

argentino-chilena, tiene una clara afinidad geoquímica de arco, de naturaleza continental (Zimmermann *et al.*, 2010 y bibliografía allí citada).

Es probable que la evolución del arco haya comenzado en el Cámbrico superior e incluso en el Cámbrico medio, con el emplazamiento de la diorita del Complejo Ígneo Pocitos (494 ± 20 M.a., Blasco *et al.*, 1996), los gabros y cumulatos del Complejo Ojo de Colorado (~ 500 M.a., Bock *et al.*, 2000) en la Puna Austral, el sill dacítico Niño Muerto en la Faja Eruptiva de la Puna Oriental (495 ± 4 M.a., Hauser *et al.*, 2008) y la intrusión de los granitoides más antiguos de la Faja Eruptiva de la Puna Occidental (Palma *et al.*, 1986), como la Granodiorita Choschas, con una edad de 502 ± 7 M.a. (Damm *et al.*, 1990) (figuras 3, 10 y 12). Si esto fue así, el magmatismo famatiniano más temprano estaría representado, principalmente, por cuerpos plutónicos emplazados en la etapa inicial de estructuración del arco. El marco tectónico que habría condicionado este plutonismo probablemente tuvo una componente distensiva importante, dado que ese marco debió ser el que permitió el depósito del Grupo Mesón a partir del Cámbrico medio (502 M.a., Adams *et al.*, 2008; 500 M.a., Aparicio González *et al.*, 2014) (figura 3), y la acumulación de las unidades basales del Grupo Santa Victoria (formaciones Padrioc/Tilcara, Lampazar/Casa Colorada), cuyas edades furongianas fueron paleontológicamente documentadas (Rao y Hünicken, 1995; Moya y Albanesi, 2000; Albanesi *et al.*, 2008).

El volcanismo sinsedimentario se habría iniciado en o cerca del límite Cámbrico – Ordovícico (~ 485 M.a.) y se incrementó notablemente durante todo el Ordovícico Inferior, habiendo cesado durante la transición Floiano – Dapingiano (~ 470 M.a.) (figuras 3 y 10). Este intervalo data el lapso de depósito de las sucesiones sinorogénicas representadas por los complejos volcano-sedimentarios de la Puna argentino-chilena (CVP y CISL) e involucra, además del magmatismo, procesos de deformación y metamorfismo. En consonancia con esto, Hongn *et al.* (2008) señalaron que en la Faja Móvil de la Puna, las intrusiones son coetáneas con fenómenos de metamorfismo y deformación y recientemente Hongn *et al.*, (2014), presentan evidencias de la deformación ocurrida durante el Ordovícico Inferior en la Sierra de Cachi (16 de figura 2), donde señalan eventos coetáneos de metamorfismo de alta temperatura y baja presión y la intrusión de granitos y trondhjemitas, bajo condiciones extensionales. Los datos cronológicos que presentan, dan cuenta de un evento de migmatización ($479,7 \pm 3,5$ M.a.), el emplazamiento de granitos ($472,1 \pm 11$ M.a.) y la edad de bloques de gabros ($477,5 \pm 3,9$ M.a.).

Las edades del CVP y del CISL de la Puna argentino-chilena se corresponden con el tiempo del volcanismo referido al arco magmático ordovícico de Perú (Bahlbürg *et al.*, 2006) y del Sistema de Famatina (Cisterna *et al.*, 2010), aunque en estas regiones, el cierre del volcanismo habría sido algo posterior. Edades similares también se registran en un buen número de los plutones que integran la amplia faja magmática que se extiende a través de la Puna argentina, la Cordillera Occidental, el Cordón de Lila, la Sierra de Almeida y el Sistema de Famatina.

En este marco, las discordancias Tumbaya y Guandacol estarían reflejando distintas situaciones en la evolución del arco magmático. La Discordancia Tumbaya, con un hiato cercano a los 5 M.a. –que no sería el máximo por haber sido acotado en la Cordillera Oriental y no en áreas más cercanas al arco–, se habría generado durante el clímax orogénico, marcando el pico tectónico, magmático y metamórfico. La Discordancia Guandacol por su parte, habría sido generada por una brusca exhundación en las áreas aledañas al arco y estaría marcando el colapso de éste y el fin del volcanismo, de acuerdo a lo que indican las espesas acumulaciones turbidíticas del CTP que yacen en discordancia sobre los depósitos someros del CVP.

Desde el Ordovícico Medio y hasta el Carbonífero, no se tienen registros de volcanismo de arco en ninguna de las cuencas sedimentarias que se desarrollaron en las actuales regiones andinas del norte de Argentina y Chile. Por ello se considera que los plutones con edades

más jóvenes que Ordovícico Medio (~ 460 – 420 M.a.) podrían corresponder a cuerpos post-orogénicos emplazados en el ámbito del antiguo arco.

Por su parte, la Discordancia Ocloya no está documentada en la Puna argentino-chilena, es decir, en el ámbito de mayor influencia del antiguo arco magmático; allí, los depósitos hirnantiano-llandoverianos sólo se presentan en dos lugares puntuales, donde cubren angularmente a registros volcano-sedimentarios que fueron plegados durante el Ordovícico Inferior. El prolongado hiato que esto supone, da cuenta de un tiempo de erosión intensa, que pudo haber truncado gran parte de las sucesiones turbidíticas del Ordovícico Medio y Superior que tienen gran desarrollo en la Puna centro-oriental argentina. Procesos de erosión intensa generalmente se vinculan a levantamientos relativos del sustrato, los que no necesariamente deben responder a una génesis orogénica y/o de plegamiento. En el caso que nos ocupa, se estima que los procesos de levantamiento y erosión pudieron haber ocurrido como consecuencia de la compensación y/o el rebote isostático posglacial que sobrevino a la descarga de los hielos fini-ordovícicos.

En apoyo de una génesis no orogénica para la Discordancia Ocloya, es que ésta presenta características propias de una discordancia de erosión, no sólo a lo largo de los Andes Centrales y por tanto en el noroeste argentino, sino en todos los terreros que formaban parte de Gondwana, lo que induce a descartar y/o relativizar parámetros tectónicos locales o regionales y a considerar fenómenos globales, cual es la glaciación del Ordovícico Superior. Si se acepta este considerando, cabe preguntarse entonces, sobre cuál fue el tiempo en el que se plegaron los depósitos del Ordovícico Medio y Superior en los Andes del norte argentino.

Los estudios realizados por Kley y Reinhardt (1994) sobre la cristalinidad de la illita en rocas ordovícicas de la Cordillera Oriental del sur de Bolivia, permitieron comprobar que la única esquistosidad presente en esos depósitos, procedía del nivel estructural anquimetamórfico. Realizaron dataciones K/Ar de minerales de arcilla neoformados bajo tales condiciones en dos muestras foliadas y obtuvieron edades de $374,8 \pm 8$ M.a. y $310,2 \pm 6,5$ M.a., las que coinciden con una brusca disminución de los valores de reflejos de la vitrinita, ocasionados por la deformación.

Tawackoli *et al.* (1996) por su parte, señalan que la deformación que afecta los depósitos ordovícicos de la Cordillera Oriental del sur de Bolivia, se expresa en un cinturón de pliegues de amplia longitud de onda, vergentes al oeste, similares a los descriptos por Mon y Salfity (1995) para la Puna argentina. En base a los datos aportados por Kley y Reinhardt (1994), Tawackoli *et al.* (1996) concluyen que el plegamiento y el clivaje penetrativo de las rocas ordovícicas del sur de Bolivia, no fueron el resultado del tectonismo de la *Fase Oclóyica*, sino de un evento con características orogénicas acaecido durante el Devónico Superior – Carbonífero Inferior e identificado en la *Fase Chiriguana o Eobercínica* en Bolivia y en la *Fase Chánica* en Argentina.

A la *Fase Eobercínica/Chiriguana/Chánica* se le atribuye el plegamiento de las sucesiones paleozoicas pre-carboníferas y la generación de un orógeno que para algunos autores tuvo envergadura continental e incluso, intercontinental (Ramos, 1988; Suárez Soruco, 2000 y bibliografía allí citada). En el ámbito de las regiones andinas que interesan a este trabajo, ocurrieron cambios paleogeográficos notables, que posibilitaron la instalación de importantes cuencas continentales durante el Carbonífero.

El lapso Cámbrico medio – Devónico tardío (~ 140 M.a.) involucrado en la discusión precedente, corresponde al del Ciclo Famatiniano definido por Aceñolaza y Toselli (1976), como un importante evento tectono-sedimentario que gravitó en la estructuración y evolución geológica del norte argentino. De acuerdo con Aceñolaza y Toselli (1981), los límites inferior y superior de este ciclo corresponden, respectivamente, a las *fases Tilarica y Chánica*, cuya ex-

presión física son importantes discordancias que acotan en base y techo, a un conjunto de sucesiones eminentemente marino-clásticas de considerable espesor. En la Cordillera Oriental y en las Sierras Subandinas, los depósitos integran tres megasecuencias que documentan el desarrollo de sendos ciclos tectono-eustáticos de segundo de orden, identificados en los ciclos Mesoniano, Victoriano y Cordillerano (Súarez Soruco, 1983; Moya, 2002).

En la nutrida bibliografía sobre la evolución de las cuencas paleozoicas de los Andes Centrales, se considera al Ordovícico como el tiempo del clímax tectónico del Ciclo Famatiniano y en este contexto, a la “Fase” u “Orogenia” Oclóyica como el lapso durante el cual fueron plegadas las sucesiones cámbricas y ordovícicas del noroeste argentino.

A la luz de la información presentada y en base al análisis de las discordancias contenidas en las sucesiones cámbrico-ordovícicas de la región, resulta difícil continuar sosteniendo que la “Fase Oclóyica” tuvo características orogénicas. De hecho, la abundante información disponible muestra que los eventos volcánicos en la Puna, no se desarrollaron durante Ordovícico Superior como lo considerara Ramos (1986) y tampoco durante el Silúrico, según lo propusieran Méndez *et al.* (1973) y Turner y Méndez (1975, 1979). Incluso, no existen evidencias que permitan sostener la actividad de un arco magmático durante el Ordovícico Medio, como lo señalaran Salfity *et al.* (1984). La vigencia de dicho arco sin embargo, es manifiesta durante el Ordovícico Inferior, con un probable inicio en el Cámbrico Superior (~500 M.a.), al menos así lo muestran los datos disponibles, tanto cronológicos como bioestratigráficos, referidos al magmatismo de dicho arco y a los procesos de deformación y metamorfismo asociados.

El ajuste temporal de los procesos orogénicos al intervalo Furongiano-Ordovícico Inferior aquí señalado, afianza el concepto de Ciclo Famatiniano de Aceñolaza y Toselli (1976, 1981), desde la óptica de la recurrencia cíclica de eventos de orden mayor: El Ciclo Famatiniano se iniciaría con la estructuración e implementación de un arco magmático y culminaría con la generación del otro arco magmático en el Carbonífero.

Agradecimientos

Al Prof. Dr. Florencio Gilberto Aceñolaza, por la lectura crítica del manuscrito original. Al Prof. Dr. José Antonio Salfity y a un árbitro anónimo, cuyos comentarios contribuyeron a mejorar esta presentación. Los trabajos realizados fueron posibles gracias al apoyo del CONICET y del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, instituciones a las cuales expreso mi reconocimiento.

Referencias

- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico Inferior del Noroeste Argentino. 2° Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas, Actas 2: 755 – 764.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1981. Geología del noroeste argentino. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales, Publicación Especial n° 1287, 212 pp.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1984. Lower Ordovician volcanism in North West Argentina. En: Bruton, D.L. (ed.), *Aspects of the Ordovician System*. Paleontological Contributions University of Oslo, 295: 203-209.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1986. Vulcanismo intercalado al Ordovícico inferior clástico en el noroeste de Argentina. *Revista Instituto de Geología y Minería*, 6: 49-63.
- Aceñolaza, F.G., Benedetto, J.L. y Salfity, J.A. 1972. El Neopaleozoico de la Puna argentina: su fauna y relación con áreas vecinas. *Academia Brasileira de Ciências*, Anais 44 (Suplemento): 5-20.
- Aceñolaza, F.G., Niemeyer, H., Navarro, A. y Bruna, M. 2009. Trazas fósiles, paleoambiente y paleogeografía del Silúrico Inferior del Cordón de Lila, Región de Antofagasta, norte de Chile. *Acta Geológica Lilloana* 21 (2): 88-99.

- Adams, C.J., Miller, H., Aceñolaza, G.F. y Toselli, A.J. 2008. Cambrian paleogeography at the western Gondwana margin: U-Pb ages and provenance areas of detrital zircons of the Mesón Group (Upper Cambrian), Northwest Argentina. *7th International Symposium on Andean Geodynamics* (ISAG 2008, Nice), Extended Abstracts: 17-20.
- Albanesi, G.L., Ortega, G. y Zeballos, F.J. 2008. Faunas de conodontes y graptolitos del Paleozoico inferior en la Cordillera Oriental argentina. En: Coira, B. y Zappettini, E.O., *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 98-118.
- Albanesi, G.L., Monaldi, C.R., Ortega, G. y Trotter, J.A. 2007. The Capillas Formation (late Darriwilian) of Subandean Ranges, northwestern Argentina; age, correlation and environmental constraints. 10th International Symposium on the Ordovician System, Nanjing, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, Science Press, 46: 9-15.
- Aparicio González, P.A. y Moya, M.C. 2014. Una propuesta para identificar formalmente al basamento estratigráfico del noroeste argentino. *19° Congreso Geológico Argentino*, Córdoba, Actas de resúmenes S2-3.
- Aparicio González, P.A., Pimentel, M.M., Hauser, N. y Moya, M.C. 2014. U-Pb LA-ICP-MS geochronology of detrital zircon grains from low-grade metasedimentary rocks (Neoproterozoic – Cambrian) of the Mojotoro Range, northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 49: 39-59.
- Astini, R.A. 1998. El Conglomerado de Las Vacas y el Grupo Trapiche de la Precordillera: tectónica distensiva en el Ordovícico Tardío. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53(4): 489-503.
- Astini, R.A. 2003. The Ordovician Proto-Andean Basins. En: Benedetto, J.L. (ed.). *Ordovician Fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de Córdoba: 1-74.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cámbrico-Ordovícico. En: B. Coira y E. Zappettini (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio 17° Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 50-73.
- Aubouin, J., Brousse, R. y Lehman, J-P. 1980. *Tratado de Geología, Tomo III, Tectónica, Tectonofísica, Morfología*. Editorial Omega, Barcelona, 642 pp.
- Augustsson, C., Rüsing, T., Adams, C.J., Chmiel, H., Kocabayoğlu, M., Bild, M., Zimmermann, U., Berndt, J. y Kooijman, E. 2011. Detrital quartz and zircon combined: The production of mature sand with short transportation paths along the Cambrian West Gondwana margin, Northwestern Argentina. *Journal of Sedimentary Research*, 81: 284-298. DOI: 10.2110/jsr.2011.23
- Bahlburg, H. 1990. The Ordovician basin in the Puna of NW Argentina and Chile: geodynamic evolution from back-arc to foreland basin. *Geotektonische Forschungen*, 75: 1-107.
- Bahlburg, H. y Hervé, E. 1997. Geodynamic evolution and tectonostratigraphic terranes of northwestern Argentina and northern Chile. *Geological Society of America Bulletin*, 109: 869-884.
- Bahlburg, H. y Zimmermann, U. 1999. La cuenca ordovícica de la Puna. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (eds.), *Geología del Noroeste Argentino*. Relatorio del 14° Congreso Geológico Argentino, Tomo I: 185 - 187.
- Bahlburg, H., Moya, M.C. y Zeil, W. 1994. Geodynamic evolution of the Early Palaeozoic continental margin of Gondwana in the southern Central Andes of NW Argentina and N Chile. En: Reutter, K.J., Scheuber, E. y Wigger, P. (eds.), *Tectonics of the Southern Central Andes. Structure and Evolution of an Active Continental Margin*, Springer, Heidelberg: 293-302.
- Bahlburg, H., Breitzkreuz, Ch., Maltz, J., Moya, M.C. y Salfity, J.A. 1990. The Ordovician sedimentary rocks in the Northern Puna of Argentina and Chile: New stratigraphical data based on graptolites. *Newletters on Stratigraphy*, 23(2): 69-89.
- Bahlburg, H., Carlotto, V. y Cárdenas, J. 2006. Evidence of Early to Middle Ordovician arc volcanism in the Cordillera Oriental and Altiplano of southern Peru, Ollantaytambo Formation and Umachiri beds. *Journal of South American Earth Sciences*, 22: 52-65.
- Baldis, B.A.J., Gorroño, A., Ploszkiewicz, J.V. y Sarudiansky, R.M. 1976. Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. *6° Congreso Geológico Argentino*, Bahía Blanca, Actas 1: 3-22.
- Baldo, E.G., Fanning, C.M., Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C. y Galindo, C. 2003. U-Pb SHRIMP dating of rhyolite volcanism in the Famatinian belt and K-bentonites in the Precordillera. En: G.L. Albanesi, M.S. Beresi y S.H. Peralta (eds.), *Ordovician from the Andes*. INSUGEO (Tucumán), Serie Correlación Geológica 17:185-189.
- Bates, R.L. y Jackson, J.A. 1987. *Glossary of Geology*. American Geological Institute, Alexandria, Virginia, 3ra. Edición, 788 pp.
- Benedetto, J.L. 2001. Una fauna de braquiópodos arenigianos (Ordovícico temprano) en rocas volcánicas de la Puna occidental: Implicaciones paleoclimáticas y paleogeográficas. *Ameghiniana*, 38: 131 - 146.
- Benedetto, J.L. y Sánchez, T. 1990. Fauna y edad del estratotipo de la Formación Salar del Rincón (Eopaleozoico, Puna Argentina). *Ameghiniana*, 27(3-4): 317-326.
- Benedetto, J.L., Sánchez, T. y Brussa, E.D. 1992. Las cuencas silúricas de América Latina. En Gutiérrez Marcos, J.C. et al. (eds.), *Paleozoico inferior de Iberoamérica*. Publicación Universidad de Extremadura, Mérida, España: 119-148.
- Blasco, G., Villar, L. y Zappettini, E. 1996. El complejo ofiolítico desmembrado de la Puna Argentina. Provincias de Jujuy, Salta y Catamarca. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), Actas 3: 653-667.

- Bock, B., Bahlburg, H., Wörner, G. y Zimmermann, U. 2000. Tracing crustal evolution in the southern central Andes from the Late Precambrian to Permian with Geochemical and Nd and Pb isotope data. *Journal of Geology*, 108: 515 – 535.
- Brenchley, P.J. 2004. End Ordovician Glaciation. En: Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L. y Percival, I.G. (eds.), *The Great Ordovician Biodiversification Event*. New York, Columbia, University Press: 81-83.
- Brussa, E.D., Toro, B.A. y Vaccari, N.E. 2008. Bioestratigrafía del Paleozoico inferior en el ámbito de la Puna. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del 17º Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 93-97.
- Carlorosi, J., Heredia, S., Sarmiento, G.N. y Moya, M.C. 2011. Reworked conodonts in the Upper Ordovician Santa Gertrudis Formation (Salta, Argentina). En: Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y García Bellido, D. (eds.), *Ordovician of the World*. Cuadernos del Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 14: 83-87.
- Catuneanu, O. 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam, 375 pp.
- Cisterna, C.E. y Mon, R. 2012. Episodios diastróficos intraordovícicos en el orógeno Puna – Famatina. Evidencias registradas en las sucesiones volcánicas – sedimentarias del Tremadociano bajo en el norte del Sistema de Famatina, noroeste de Argentina. *13º Congreso Geológico Chileno* (Antofagasta), Actas T-2: 299 – 301.
- Cisterna, C.E., Coira, B. y Koukharsky, M. 2010. Sucesiones volcánicas-sedimentarias tremadocianas y arenigianas en la sierra de Las Planchadas-Narvaez: registros evolutivos del arco magmático Famatiniano. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 66 (1-2): 180-193.
- Cohen, K.M., Finney, S.C. y Gibbard, P.L. 2014. International Chronostratigraphic Chart. *International Commission on Stratigraphy*. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/Chronostrat2014-02pdf>.
- Coira, B. 2008. Volcanismo del Paleozoico inferior en la Puna jujeña. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del 17º Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 140-154.
- Coira, B. y Barber, E. 1989. Volcanismo submarino ordovícico (Arenigiano-Llanvirniano) del río Huaitiquina, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44(1-4): 68-77.
- Coira, B. y Nullo, F. 1989. Facies piroclásticas del volcanismo ordovícico (Arenigiano-Llanvirniano) Salina de Jama, Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44(1-4): 89-95.
- Coira, B., Kay, S.M., Pérez, B., Wolf, B., Hanning, M. y Flores, P. 1999. Sources and tectonic setting of Ordovician magmas in the northern Puna plateau of Argentina and Chile. En: Ramos, V.A. y Keppie, J.D. (eds.), *Laurentia-Gondwana connections before Pangea*. Geological Society of America Special Paper, 336: 145 – 170.
- Coira, B., Kirschbaum, A., Hongn, F., Pérez, B. Menegatti, N. 2009. Basic magmatism in northeastern Puna, Argentina: Chemical composition and tectonic setting in the Ordovician back-arc. *Journal of South American Earth Sciences*, 28: 374-382. doi: 10.1016/j.jsames.2009.04.007.
- Damm, K.-W., Pichowiak, S., Harmon, R.S., Todt, W., Kelley, S., Omarini, R. y Niemeyer, H. 1990. Pre-Mesozoic evolution of the Central Andes; the basement revisited. En: Bahlburg Kay, S. y Rapela, C.W. (eds.) *Plutonism from Antarctica to Alaska*. Geological Society of America. Special Paper 241: 101-126.
- De Sitter, L.U. 1962. *Geología Estructural*. Editorial Omega, Barcelona, 521 pp.
- Erdtmann, B.-D. 1986. Early Ordovician eustatic cycles and their bearing on punctuations in early nematophorid (planktic) graptolite evolution. En: Walliser, O. (ed.), *Global Bio-Events*. Springer-Verlag, Heidelberg, Lecture Notes in Earth Sciences, 8: 139-152.
- Erdtmann, B.-D. y Paalits, I. 1994. The Early Ordovician “*Ceratopyge Regressive Event*” (CRE): Its Correlation and Biotic Dynamic Across the East European Platform. *Geologica*, 17: 36-57.
- García, A.F., Perez D’angelo, E. y Ceballos, S.E. 1962. El Ordovícico de Aguada de la Perdiz, Puna de atacama, provincia de antofagasta. *Revista de Mineralogía* (Santiago de Chile), 77: 52-61.
- González, J., Niemeyer, H., Benedetto, J.L. y Brussa, E.D. 2007. The Ordovician Quebrada Grande Formation, Cordon de Lila (Antofagasta Region, northern Chile): Stratigraphic and paleogeographic significance. *Revista Geológica de Chile*, 34: 277 – 290.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Aceñolaza, G.F. y Esteban, S.B. 1996. Revisión de algunas localidades con graptolitos ordovícicos en la Puna salto-jujeña (noroeste de Argentina). *12º Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), Memorias 2: 725-731.
- Gutiérrez - Marco, J.C., Robardet, M. y Picarra, J.M. 1998. Silurian Stratigraphy and Paleogeography of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal). En: Gutiérrez Marco, J.C. y Rábano, I. (eds), *Temas Geológico-Mineros* ITGE, 23: 13-44.
- Harrington, H. J. 1957. Ordovician Formations of Argentina. En: Harrington, H.J. y Leanza, A.F., *Ordovician trilobites of Argentina*. Department of Geology, University of Kansas Press, Special Publication, 1: 1-59.
- Hauser, N., Matteini, M., Pimentel, M.M., y Omarini, R. 2008. Petrology and LA-ICP-MS U-Pb geochronology of volcanic rocks of the Lower Paleozoic rock units of the Central Andes, NW Argentina: Implications for the

- evolution of Western Gondwana. *6th South American Symposium on Isotope Geology* (San Carlos de Bariloche), Extended Abstracts: 86-89.
- Hongn, F., Mon, R., Acuña, P., Kirschbaum, A. y Menegatti, N. 2006. Deformación intraordovícica en la sierra de Cobres. *Asociación Geológica Argentina*, Publicación Especial, Serie D 10: 84 – 90.
- Hongn, F., Mon, R. y Seggiaro, R. 2008. Evolución estructural en el lapso Neoproterozoico – Paleozoico Inferior. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 37- 49.
- Hongn, F. y Vaccari, E. 2008. La discordancia Tremadociano superior – Arenigiano inferior en Vega Pinato (Salta): Evidencia de deformación intraordovícica en el borde occidental de la Puna. *17° Congreso Geológico Argentino* (S.S. de Jujuy), Actas, III: 1299-1300.
- Hongn, F. D., Tubía J. M., Esteban, J. J., Aranguren, A., Vegas, N., Sergeev, S., Larionov, A. y Basei, M. 2014. The Sierra de Cachi (Salta, NW Argentina): geological evidence about a Famatinian retro-arc at mid crustal levels. *Journal of Iberian Geology*, 40(2): 225-240.
- Isaccson, P.E., Antelo, B. y Boucot, A.J. 1976. Implications of a Llandovery (Early Silurian) brachiopod fauna from Salta Province, Argentina. *Journal of Paleontology*, 50(6): 1103-1112.
- Keidel, J. 1943. El Ordovícico Inferior de los Andes del norte argentino y sus depósitos marino-glaciales. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 36(2): 140-229.
- Kley, J. 1996. Transition from basement-involved to thin-skinned thrusting in the Cordillera Oriental of Southern Bolivia. *Tectonics*, 15(4): 763-775.
- Kley, J. y Reinhardt, M. 1994. Geothermal and tectonic evolution of the Eastern Cordillera and the Subandean Ranges of Southern Bolivia. En: Reutter, K.J., Scheuber, E. y Wigger, P.J. (eds.), *Tectonics of the Southern Central Andes. Structure and Evolution of an Active Continental Margin*. Springer Verlag: 155-170.
- Koukharsky, M., Coira, B. y Morello, O. 1989. Volcanismo ordovícico de la sierra de Guayaos, Puna salteña. Características petrológicas e implicancias tectónicas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44(1-4): 207-216.
- Koukharsky, M., Quenardelle, S., Litvak, V., Page, S. y Maisonnave, E.B. 2002. Plutonismo del Ordovícico Inferior en el sector norte de la sierra de Macón, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 57(2): 173 – 181.
- Koukharsky, M., Torres Claro, R., Etcheverría, M., Vaccari, N. y Waisfeld, B. 1996. Episodios volcánicos del Tremadociano y del Arenigiano en Vega Pinato, Puna salteña, Argentina. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), Actas 5, 535-542.
- Llambías, E.J. y Caminos, R. 1986. El magmatismo neopaleozoico de Argentina. En: Archangelsky, S. (ed.), *El Sistema Carbonífero en la República Argentina*. Subcomisión Internacional del Carbonífero, Proyecto 211 del PICG, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba: 253 – 279.
- Lork, A. y Bahlburg, H. 1993. Precise U-Pb ages of monazites from the Faja Eruptiva de la Puna Oriental and the Cordillera Oriental, NW Argentina. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), Actas 4: 1-6.
- Malanca, S. y Moya, M.C. 1998. Nuevos fósiles de la Formación Salar del Rincón (Ashgill Tardío-Llandovery Temprano), Puna occidental argentina. *13° Congreso Geológico Boliviano* (Potosí), Memorias 1: 167-173.
- Martínez, M., Brussa, E., Pérez, B. y Coira, B. 1999. El Ordovícico de la sierra de Quichagua (Puna nororiental argentina): litofacies volcanosedimentarias y graptofaunas. *14° Congreso Geológico Argentino* (Salta), Actas 1: 347-350.
- Mattauer, M. 1976. *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Editorial Omega, Barcelona, 524 pp.
- Méndez, V., Navarini, A., Plaza, D. y Viera, O. 1973. Faja eruptiva de la Puna oriental. *5° Congreso Geológico Argentino* (Buenos Aires), Actas 4: 89-100.
- Metz, K. 1963. *Manual de Geología Tectónica*. Editorial Omega, Barcelona, 328 pp.
- Mon, R. y Hongn, F. 1987. Estructura del Ordovícico de la Puna. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42(1-2):31-38.
- Mon, R. y Salfity, J.A. 1995. Tectonic evolution of the Andes of Northern Argentina. En: Tankard, A.J., Suárez, R. y Welsink, H.J. (eds.), *Petroleum Basins of South America*. American Association of Petroleum Geology, Memoir 62: 269 – 283.
- Monaldi, C.R. y Boso, M.A. 1987. *Dalmanitina (Dalmanitina) subandina* nov sp. (Trilobita) en la formación Zapla del noroeste argentino. *4° Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Bolivia), Actas 1: 149-157.
- Monteros, J.A. y Moya, M.C. 2006. La Zona de Kiaerograptus (Tremadociano superior) en la sierra de Mojotoro, Cordillera Oriental argentina. Su vinculación con el Ceratopyge Regressive Event. *17° Congreso Geológico Boliviano* (Sucre), Memorias: 87-90.
- Monteros, J.A., Moya, M.C. y Cuerda, A., 1993. Graptolitos ashgilliano-llandoverianos en la base de la Formación Lipéon, sierra de Zapla, Jujuy. Su importancia en la correlación con el Silúrico de la Precordillera argentina. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), Actas 2: 304-314.
- Monteros, J.A., Moya, M.C. y Monaldi, C.R. 1996. Graptofaunas arenigianas en el borde occidental de la Puna argentina. Implicancias paleogeográficas. *12° Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), Memorias 2: 733-746.

- Moya, M.C. 1988. Lower Ordovician in the Southern Part of the Argentine Eastern Cordillera. En: Bahlburg, H., Breiterkreuz, Ch. y Giese, P. (eds.), *The Southern Central Andes*. Springer-Verlag, Heidelberg, Lecture Notes in Earth Sciences 17: 55-69.
- Moya, M.C. 1997a. The Iruya unconformity in the Andes of northwestern Argentina: evidence of glaciation during the late Upper Cambrian?. *18th Regional European Meeting of Sedimentology* (Heidelberg), Abstracts 3: 242-243.
- Moya, M. C. 1997b. La fase Tumbaya (Ordovícico Inferior) en Los Andes del norte argentino. *8° Congreso Geológico Chileno* (Antofagasta), Actas I: 185-189.
- Moya, M.C. 1998. El Paleozoico inferior en la sierra de Mojotoro, Salta-Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53(2):219-238.
- Moya, M.C. 1999. El Ordovícico en los Andes del norte argentino. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (eds.), *Geología del Noroeste Argentino*. Relatorio del 14° Congreso Geológico Argentino, Tomo I: 134-152.
- Moya, M.C. 2002. The Ordovician Basin of Northern Argentina. En: Aceñolaza, F.G. (ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina*. INSUGEO (Tucumán), Serie de Correlación Geológica, 16: 281-294.
- Moya, M.C. 2003. The Ordovician System in the Argentine Eastern Cordillera. En: *Ordovician and Silurian of the Cordillera Oriental and Sierras Subandinas, NW Argentina*. Field Trip Guide. INSUGEO (Tucumán), Miscelánea 11: 07-16.
- Moya, M.C. 2008. El Paleozoico Inferior en el Noroeste Argentino. Evidencias, Incógnitas, Propuestas para la Discusión. En: Coira, B. y Zappettini, E. O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy): 74-84.
- Moya, M.C. y Albanesi, G.L. 2000. New stratigraphic section to define the Cambrian-Ordovician boundary in Eastern Cordillera, northwest Argentina. En: Aceñolaza G.F. y Peralta S. (eds.), *Cambrian from the Southern Edge*. INSUGEO (Tucumán), Miscelánea 6: 114-116.
- Moya, M.C. y Monteros, J.A. 1999. El Ordovícico Tardío y el Silúrico en el borde occidental de la Cordillera Oriental argentina. *14° Congreso Geológico Argentino* (Salta), Actas 1: 401- 404.
- Moya, M.C. y Monteros, J.A. 2011. The Tremadocian Deposits of the Argentinian Eastern Cordillera: A Scandinavian Signal in the Central Andes. En: Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y García Bellido, D. (eds.), *Ordovician of the World*. Cuadernos del Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 14: 379-390.
- Moya, M.C. y Salfity, J.A. 1982. Los ciclos magmáticos en el noroeste argentino. *5° Congreso Latinoamericano de Geología* (Buenos Aires), Actas 3: 523-536.
- Moya, M.C., Malanca, S., Hongn, F.D. y Bahlburg, H. 1993. El Tremadoc temprano en la Puna occidental argentina. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), Actas 2: 20-30.
- Moya, M.C., Monteros, J.A. y Monaldi, C.R. 1998. Graptolite dating of a Lower Ordovician unconformity in the Argentinian Andes. En: Gutiérrez Marco, J.C. y Rábano, I. (eds.), *Temas Geológico-Mineros* ITGE, 23: 227-230.
- Mpodozis, C., Hervé, F., Davidson, J. y Rivano, S. 1983. Los granitoides de Cerros de Lila, manifestaciones de un episodio intrusivo y termal del Paleozoico Inferior de los Andes del norte de Chile. *Revista Geológica de Chile*, 18: 3-14.
- Navarro, A., Niemeyer, H., Boucot, A. y Aceñolaza, F.G. 2006. El Silúrico del Cordón de Lila, Región de Antofagasta, Chile. *11° Congreso Geológico Chileno* (Antofagasta), Actas 1: 85 – 92.
- Niemeyer, H. 1989. El Complejo Ígneo-Sedimentario del Cordón de Lila, Región de Antofagasta: Significado Tectónico. *Revista Geológica de Chile*, 16(2): 163 – 181.
- Omarini, R., Viramonte, J., Cordani, U., Salfity, J. y Kawashita, K. 1984. Estudio geocronológico Rb-Sr de la Faja Erup-tiva de la Puna en el sector de San Antonio de los Cobres, Provincia de Salta. *9° Congreso Geológico Argentino* (San Carlos de Bariloche), Actas 3: 146-158.
- Ortega, G., Albanesi, G.L. y Monaldi, C.R. 2011. Darriwilian graptolites from the Lina Range, northwestern Puna of Jujuy, Argentina. En: Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y García-Bellido, D. (eds.), *Ordovician of the World*. Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 14: 409 – 411.
- Palma, M.A., Parica, P.D. y Ramos, V.A. 1986. El granito Archibarca: Su edad y significado tectónico, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 41: 414-419.
- Ramos, V.A. 1986. El Diastrofismo Oclóyico: Un ejemplo de tectónica de colisión durante el Eopaleozoico en el No-roeste Argentino. *Revista del Instituto de Geología y Minería* (San Salvador de Jujuy), 6: 13 – 28.
- Ramos, V.A. 1988. The tectonics of the Central Andes: 30° to 33° S latitude. En: Clark, S. y Burchfiel, D. (eds.), *Processes in Continental Lithospheric Deformation*. Geological Society of America, Special Paper 218: 31-54.
- Ramos, V.A. 1999. Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. En: Caminos, E. (ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29(3): 41-96.
- Rao, R.I. y Hünicken, M.A. 1995. Conodont biostratigraphy of the Cambrian-Ordovician boundary in Northwestern Argentina. En: Cooper, J.D., Droser, M.L. y Finney, S.C. (eds.), *Ordovician Odyssey: Short papers for the 7th International Symposium on the Ordovician System*: 125-128.
- Rapela, C.W. 2000. El ambiente geotectónico del Ordovícico de la región del Famatina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55(1-2): 134 – 136.

- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J., Galindo, C. y Fanning, C.M. 1998. The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. En: Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. (eds.), *The Proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society of London Special Publication, 142, 181-217.
- Rickards, R.B., Ortega, G., Basset, M., Boso, M.A. y Monaldi, C.R. 2002. *Talacastograptus*, an unusual biserial graptolite from the Lipeón Fm. (Llandovery, Silurian) of northern Argentina. *Ameghiniana*, 39: 343 – 350.
- Rubeolo, D., Cisterna, C., Villeneuve, M. y Hickson, C. 2002. Edad U/Pb del Granito de Las Angosturas en la Sierra de Narvaez (Sistema de Famatina, Provincia de Catamarca). *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate), Actas 1: 359-362.
- Rubinstein, C.V. 2014 (ed.). *Léxico Estratigráfico de la Argentina, Volumen IV, Silúrico*. (En revisión). Comité Argentino de Estratigrafía, 56 pp., www.segemar.gov.ar/index.php/institucional/documentos/lexico-estratigrafico.
- Rubinstein, C.V. y Vaccari, N.E. 2004. Cryptospore assemblages from the Ordovician/Silurian boundary in the Puna region, north-west Argentina. *Palaeontology*, 47(4): 1037 – 1061.
- Rushton, A.W.A. 2011. Chronostratigraphical subdivisions of the Cambrian Period. En: Rushton, A.W.A., Brück, P.M., Molyneux, S.G., Williams, M. y Woodcock N.H. (eds.), *A Revised Correlation of the Cambrian Rocks in the British Isles*. Geological Society, Special Paper Number 25.
- Sadler, P.M., Cooper, R.A. y Melchin, M. 2009. High-resolution, early Paleozoic (Ordovician-Silurian) time scales. *Geological Society of America Bulletin*, 121(5/6): 887–906, doi: 10.1130/B26357.
- Salfty, J.A. 1998. Las cuencas sedimentarias y las discordancias fanerozoicas en el norte argentino. *7ª Reunión Argentina de Sedimentología* (Salta), Acta de Resúmenes: 15-25.
- Salfty, J.A., Omarini, R., Baldis, B. y Gutiérrez, W.J. 1975. Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del norte argentino. *2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica* (Buenos Aires), Actas 4: 341-361.
- Salfty, J.A., Malanca, S., Brandán, M.E., Monaldi, C.R. y Moya, M.C. 1984. La fase Guandacol (Ordovícico) en el norte de la Argentina. *9º Congreso Geológico Argentino* (San Carlos de Bariloche), Actas 1: 555-567.
- Schlagintweit, O. 1943. La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla en la Argentina y Bolivia. *Revista Minera de la Sociedad Argentina de Mineralogía y Geología*, 13: 15-127.
- Schlee, J.S. 1984. Interregional unconformities and hydrocarbon accumulation. *The American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 36, 182 pp.
- Schwab, K. 1973. Die Stratigraphie in der Umgegend des Salar de Cauchari (NW Argentinien). Ein Beitrag zur Erdgeschichtlichen Entwicklung der Puna. *Geotektonische Forschungen* (Stuttgart), 43: 1-68.
- Selley, R.C., Cocks, L.R.M. y Plimer, I.R. 2004-2005. *Encyclopedia of Geology*, Volumen IV. Elsevier, 590 pp.
- Sempere, T. 1990. Cuadros Estratigráficos de Bolivia: Propuestas Nuevas. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 11(2-3): 215-227.
- Sempere, T. 2004. Las "Fases Tectónicas" en los Andes Centrales: esplendor y decadencia de un paradigma geológico. *Sociedad Geológica del Perú*, Publicación Especial nº 5: 203-216.
- Stille, H. 1941. *Einführung in den Bau Amerikas*. Borntraeger, Berlín, 717 pp.
- Suárez Soruco, R., 1983. Síntesis del desarrollo estratigráfico y evolución tectónica de Bolivia durante el Paleozoico Inferior. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 9(1-4): 223-228.
- Suárez Soruco, R. 2000. Compendio de Geología de Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 18(1-2): 1-144.
- Tawackoli, S., Kley, J. y Jacobshagen, V. 1996. Evolución tectónica de la Cordillera Oriental del sur de Bolivia. *12º Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), Memorias 1: 91 – 96.
- Toro, B.A. 1994. Las zonas de *Didymograptus* (*Didymograptellus bifidus* (Arenigiano medio) y *Didymograptus* (*Corymbograptus*) *deflexus* (Arenigiano inferior) en la Formación Acoite, Cordillera Oriental argentina. *Ameghiniana*, 31(3): 209-220.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 2003. Chapter 11. Graptolites. En: Benedetto, J.L. (ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba: 441-505.
- Toro, M. y Salguero, R. 1996. Los graptolitos de la sección cuspidal de la Formación Tokochi, Ashgilliano temprano, en la Región de Lampaya, Departamento de Cochabamba. *12º Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), Memorias 2: 589 – 593.
- Turner, J.C.M. 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 41(2): 163-196.
- Turner, J.C.M. 1964. Descripción Geológica de la Hoja 2c. Santa Victoria (Provincias de Salta y Jujuy). *Instituto Nacional de Geología y Minería* (Buenos Aires), Boletín 104, 99 pp.
- Turner, J.C.M. 1972a. Cordillera Oriental. En: Leanza, A.F. (dir. y ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba): 117-184.
- Turner, J.C.M. 1972b. Puna. En: Leanza, A.F. (dir. y ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba): 91-116.

- Turner, J.C.M. y Méndez, V. 1975. Geología del sector oriental de los Departamentos de Santa Victoria e Iruya, Provincia de Salta, República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 51(1- 2): 11-24.
- Turner, J.C.M. y Méndez, V. 1979. Puna. En: Turner, J.C.M. (coord.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias (Córdoba), 1: 13-56.
- Turner, J.C.M. y Mon, R. 1979. Cordillera Oriental. En: Turner, J.C.M. (coord.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias (Córdoba), 1: 57- 94.
- Vaccari, N.E., Martínez, M. y Hongn, F. 1999. Trilobites tremadocianos de la Formación Taique en la quebrada del río Taique, Salta, Argentina. *14° Congreso Geológico Argentino*, Salta, Actas I: 53.
- Vaccari, N.E. y Waisfeld, B.G. 2000. Trilobites tremadocianos de la Formación Las Vicuñas, Puna occidental, Provincia de Salta, Argentina. *14° Congreso Geológico Boliviano*, La Paz, Memorias: 165-169.
- Viramonte, J.M., Viramonte, J.G., Becchio, R.A., Pimentel, M.M. y Martino, R.D. 2005. New U-Pb and Nd-Sm data for the Ordovician magmatism on the Eastern border of the southern Puna. *16° Congreso Geológico Argentino*, La Plata, Actas I: 191 – 198.
- Zappettini, E.O. 2008. Plutonismo Paleozoico inferior de la Puna oriental. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy. Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino* (San Salvador de Jujuy): 134-139.
- Zappettini, E.O., Blasco, G. y Villar, L.M. 1994. Geología del extremo sur del Salar de Pocitos, Provincia de Salta, República Argentina. *7° Congreso Geológico Chileno*, Actas Volumen I: 220-224.
- Zimmermann, U. 2005. Provenance studies of very low-to low-grade metasedimentary rocks of the Puncoviscana complex, northwest Argentina. En: Vaughan, A.P., Leat, P.T. y Pankhurst, R.J. (eds.), *Terrane Processes at the Margins of Gondwana*. Geological Society, London. Special Publications, 246: 381-416.
- Zimmermann, U. y Bahlburg, H. 2003. *Provenance analysis and tectonic setting of the Ordovician deposits in the southern Puna basin, NW Argentina. Sedimentology* 50: 1079 – 1104.
- Zimmermann, U., Moya, M.C. y Bahlburg, H. 1999. First finds of Lower Ordovician graptolites propose a new stratigraphic subdivision for the Southern Puna (NW Argentina). *14° Congreso Geológico Argentino*, Salta, Actas 1: 343-346.
- Zimmermann, U. Niemeyer, H. y Meffre, S. 2010. *Revealing the continental margin of Gondwana: the Ordovician arc of the Cordón de Lila* (northern Chile). *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)*, 99 (Suppl 1): S39 – S56. Published online. 22 September 2009. DOI: 10.1007/s00531-009-0483-8.

Recibido: 09 de Diciembre del 2014

Aceptado: 05 de Marzo del 2015

