



ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DE CALAMA. NORTE DE CHILE

G. May¹, G. Chong², A. Hartley¹, F. Stuart¹, & P. Turner³

INTRODUCCION

La ubicación de la Cuenca de Calama (CC) se describe en la Figura 1. Este trabajo es una síntesis de la estratigrafía de la CC basándose en perfiles medidos en los valles del Loa, San Salvador y tributarios. Se reconocieron 14 áreas que cubren un perfil de 100 km en sentido EW.

DESCRIPCION DE LAS AREAS

Area de Cerro Batea (22°29'S/69°27'W): Aquí se ubica el lugar típico de la Fm Batea (Jensen, 1992). La secuencia corresponde a 80 m de sedimentitas continentales, horizontales, con predominio de areniscas; estratificación gruesa y cementación con yeso. La edad la define una ceniza, 35 m sobre la base, con 13.43±0.17 Ma. La base, aunque pobremente expuesta, indicaría una posible disconformidad sobre una superficie de pedimento.

Area 2, Oriente de Pampa del Tamarugal (22°29'S/69°17'W): Son 245 m de sedimentitas continentales, horizontales, entre los ríos Loa y San Salvador. La parte basal son 118 m de conglomerados subhorizontales sobre el basamento. La parte superior corresponde a 25 m de conglomerados discordantes sobre los basales, con una discordancia regional. La imbricación de los clastos, de facies de ríos entrelazados, indican una depositación desde la parte alta del basamento y con un aporte desde el oeste. Concordantes siguen 28 m de sedimentos de facies de playa-lake con un suave plegamiento local. Siguen 93 m de facies de diatomitas fluvio-lacustres y 6 m de facies aluviales cementadas por carbonato que, hacia el este, gradan a carbonatos palustres. Horizontes de ceniza intercalados a 5 m y 15 m de la base, indicaron edades de 7.90±0.16 y 5.79±0.08 Ma respectivamente, indicando una depositación estimada de 3 cm por cada 1000 años para los sedimentos intermedios. La imbricación de los clastos indica aportes desde el NW. En un canal abierto en estas sedimentitas se depositaron 10-20 m de anhidrita.

Area 3 (Cerro Millo): Se reconocen 60 m de relleno sedimentario que se acuña hacia E y W y se dispone sobre el basamento mesozoico (Ferraris, 1978). Los 30 m inferiores son depósitos rojos de playa que infrayacen, discordantemente, a 25-30 m de facies fluviales con calcretas en los últimos 5-10 m. La imbricación indica un transporte hacia el NW. Un horizonte de cenizas, cercano al techo, se correlaciona, por antecedentes de campo, con el

¹ Department of Geology and Petroleum Geology, Aberdeen University, UK

² Departamento de Ciencias Geológicas. Universidad Católica del Norte, Chile

³ Department of Earth Sciences, Birmingham University; UK

datado en 5.79 ± 0.08 Ma. Los depósitos fluviales gradan hacia el oeste en las facies de diatomitas fluvio-lacustres y la calcreta superior hace lo propio con las facies de carbonatos palustres.

Area 4, este de Cerro Millo, ($22^{\circ}30'S/69^{\circ}10'W$): No está expuesto el basamento y se estiman 145 m de potencia con una parte basal de 42 m de conglomerados aluviales; se reconoce una parte superior, proveniente del S, y una inferior proveniente del SW, separadas por una disconformidad. Esta se interpreta como un quiebre autocíclico de depositación entre los lóbulos de los abanicos aluviales. La unidad que sigue, en conformidad, es similar a la del área 3 con 65 m de facies de playa-lake y 40 m de facies fluviales.

Area 5 Quebrada Opache, ($22^{\circ}29'S/69^{\circ}05'W$): Se presenta un basamento jurásico formando subcuencas de algunos kilómetros de ancho separadas por estrechas franjas solewantadas. Con una potencia compuesta, de unos 160 m, afloran asociaciones de carbonatos palustres, discordantes sobre asociaciones con sedimentitas de playa y aluviales. La parte basal son 80 m de materiales aluviales de depositación entrecruzada con paleocorrientes que muestran que son derivadas de las alturas próximas. Los conglomerados del norte derivan de Sierra de Moreno y los del sur desde Sierra de Limón Verde. Sobre los conglomerados se disponen 20 m de areniscas y limolitas localmente plegadas e infrayaciendo a 20 hasta 75 m de carbonatos palustres. Un horizonte cinerítico cercano a la base fue datado en 5.76 ± 0.10 Ma.

Area 6, Sierra de San Lorenzo, ($22^{\circ}27'S/69^{\circ}01'W$): Esta sección se considera tipo para las facies del borde de la cuenca. Se exponen hasta 100 m de conglomerados aluviales cuyas paleocorrientes indican un origen desde las Sierras de San Lorenzo al NE. Las facies más finas pasan gradacionalmente a las descritas en las áreas 5 y 7. La Ignimbrita Carcote (Baker & Francis, 1978) que se intercala cerca de la base de esta sección, ha sido datada en 5.6 ± 0.4 Ma. y se estima lateralmente equivalente a una ignimbrita, datada en este trabajo, en 5.76 ± 0.10 . Cenizas en secuencias similares han sido datadas 10 km al N de Calama y al N de Cerro Millo en 8.6 y 10.9 Ma respectivamente (A. Tomlinson, com. personal, 1996).

Area 7 Loa Sur, directamente al W de Calama: La unidad inferior incluye hasta 200 m de depósitos asociados de playa. En el Río San Salvador consisten en areniscas finas. En el Río Loa se intercalan depósitos de playa y fluviales. Los paleocanales tienen una orientación EW con abundancia de clastos del Jurásico derivados desde el W. Un depósito de cenizas retrabajadas, cerca del techo, ha sido datado en 16.2 ± 0.59 Ma indicando que la depositación de estas facies no cesó hasta, por lo menos, el Mioceno Medio. En la parte superior se reconocen hasta 15 m de materiales aluviales entrelazados y hasta 50 m (típicamente 20) de carbonatos palustres. La unidad de conglomerados suele ser estar ausente, pero cuando aparece, comúnmente incluye a la Ignimbrita Carcote.

Area 8 (Angostura): La parte central de la CC está rellena hasta con 700 m de sedimentos, una síntesis de cuya estratigrafía se reconoce en el Cañón del Loa, al este de Calama. La mayor parte de la información proviene de sondajes realizados en los alrededores de Calama y Angostura ($22^{\circ}22'S/68^{\circ}43'W$). Se demuestra la presencia de facies de conglomerados aluviales entrelazados que podrían alcanzar hasta los 450 m. Sobreyacen hasta 200 m de depósitos de arena de facies de playa lake sobre la cual se disponen cenizas retrabajadas con una edad de 14 Ma. Sobre las cenizas se

dispone una facies de diatomitas lacustres con el horizonte cinerítico de 7.8 ± 0.10 Ma. Los 25 m superiores son carbonatos palustres con escaso o ningún material detrítico.

Todas las facies afloran en el Cañón del Río Loa entre Calama y Angostura y los límites entre las diversas unidades son de disconformidad. Facies aluviales de conglomerados de planicies entrelazadas, aparecen 5 km al este de Calama donde se disponen sobre un basamento paleozoico-mesozoico. La imbricación de los clastos muestra paleocorrientes SE indicando su origen desde relieves altos al NW. La presencia de calcretas y plegamentos locales indica un hiatus anterior a la depositación de los carbonatos palustres. En Angostura todas las unidades han sido plegadas en amplios anticlinales y sinclinales.

Area 9, Sur de Chiu-Chiu: Hasta 15 m de carbonatos palustres se exponen en la cresta de amplios pliegues que se forman entre Angostura y Chiu Chiu con una edad de 3.37 ± 0.06 Ma determinada en una ceniza intercalada. Estas facies se consideran equivalentes a las expuestas en Angostura. Sobre estos pliegues se disponen hasta 10 m de diatomitas fluvio-lacustres de probable edad Plioceno a Pleistoceno Temprano (Salinas et al., 1991; Naranjo y Paskoff, 1981). Estas facies pueden ser sincrónicamente similares a las que se encuentran entre C° Millo y Angostura.

Area 10 Lasana: Corresponde a una sección de 105 m en el Cañón del Río Loa en el pueblo de Lasana ($22^{\circ}16'S/68^{\circ}37'W$) y consiste, mayoritariamente, en facies asociadas del fluvial de Lasana. Un horizonte de ceniza fue datado en 11.32 ± 0.15 Ma lo que, combinado con análisis estratigráficos de polaridad magnética, demuestran que la depositación cesó a los 10.9 Ma. Las paleocorrientes indican aportes desde el NE.

Después de un hiatus de 2.6 Ma se depositó la Ignimbrita Sifón de 8.27 ± 0.13 Ma con una potencia entre 5 - 10 m, que alcanza sus máximos cuando se desarrolla sobre los depósitos fluviales. Cierra la secuencia un depósito aluvial cementado por carbonatos de 8 m.

Area 11, Quebrada Yalqui: Corresponde al borde oriental de la CC con su mejor exposición en Quebrada Yalqui y tributarias, y Quebrada Tuina. La estratigrafía la componen 3 secuencias disconformes entre si. La parte basal son 60 m de conglomerados aluviales entrelazados que sobreyacen un basamento paleozoico en Quebrada Yalqui. Cenizas retrabajadas y contaminadas de la parte alta, indicaron una edad de 30.15 ± 0.26 Ma, mostrando que la depositación no cesó antes de este tiempo. Sobreyacen 10 m de lahares.

Una inconformidad de bajo ángulo separa la unidad inferior de 40-50 m de la unidad fluvial de Chilcara. La datación de cenizas intercaladas indicó edades de 19.62 ± 0.36 y 19.41 ± 0.34 Ma. La imbricación y estratificación cruzada señalan aportes desde el W. Sobreyace un horizonte de margas de yeso en forma concordante hasta ligeramente discordante. En Quebrada Yalqui la Ignimbrita Sifón sobreyace estas margas y está, a su vez, infrayaciendo 150 m de la asociación fluvial entrecruzada de Chiquinaputo provenientes del E. En Quebrada Tuina está ausente la Ignimbrita Sifón y el límite entre los conglomerados y una marga yesífera es una disconformidad de bajo ángulo.

Area 12 Río Salado: Corresponde a los afloramientos expuestos en el Valle del Río Salado desde unos 10 hasta 20 km al oeste de El Sifón. La estratigrafía pre-Ignimbrita Sifón es similar a la de Quebrada Yalqui incluyendo asociaciones de depósitos de facies aluviales y aluviales entrelazadas. La estratigrafía de la Ignimbrita post-Sifón se limita a 10 m de depósitos aluviales cementados por carbonatos.

La Ignimbrita Sifón tiene 30 m de potencia con su mejor exposición en la Cuenca de Calama. Más al este las ignimbritas dominan exclusivamente incluyendo cinco flujos importantes del Mioceno y Plioceno Inferior. (De Silva, 1989).

Area 13, Conchi: Entre Conchi y Lasana se reconoce una secuencia de 80 m de facies volcánicas y aluviales, en la parte norte de la cuenca. Sedimentos asociados aluviales entrelazados se intercalan con 11 m de la Ignimbrita Carcote (5.6 ± 0.4 Ma (Baker y Francis, 1978) y los 12 m de la Ignimbrita Sifón (8.27 ± 0.13 Ma). Las paleocorrientes indican que los depósitos aluviales entrelazados provenían del NW. Los 10 m superiores corresponden a facies aluviales carbonatadas.

Area 14 Barros Arana: Se extiende a través de la parte sur de la CC desde Sierra de Limón Verde hasta la Cuesta de Barros Arana. Se reconocen afloramientos con una potencia de hasta 20 m de conglomerados entrelazados y margas de yeso expuestas en pequeñas quebradas. En Barros Arana la Ignimbrita Artola sobreyacente de 9.53 ± 0.36 Ma (De Silva, 1989) y la Ignimbrita Sifón 8.27 ± 0.13 Ma de la Ignimbrita Sifón indican que estas rocas son pre-Mioceno Tardío.

CORRELACION LITO Y CRONOESTRATIGRAFICA

La correlación cronoestratigráfica y litológica de las 14 áreas descritas permite reconocer cuatro fases mayores de depositación. Estas corresponden a 1) Una fase de depositación de materiales aluviales entrelazados durante el Oligoceno (?); 2) Sedimentación del tipo playa-lake y fluvial desde el Mioceno Inferior a Medio; 3) Una fase de depositación lacustre y fluvial Mioceno a Plioceno y 4) Depositación lacustre desde el Plioceno Superior al Reciente.

Con nuevos antecedentes logrados en los trabajos que se han realizado en la CC, se propone una discusión, y eventualmente una revisión de la nomenclatura estratigráfica existente. El relleno de la parte central de la CC es actualmente dividido en tres unidades estratigráficas correspondientes a las Formaciones Calama, El Loa y Chiu-Chiu. (Naranjo y Paskoff, 1981; Marinovic y Lahsen, 1984). En la parte más oriental de la Pampa del Tamarugal la estratigrafía es más compleja y ha sido descrita por Naranjo y Paskoff (1982) incluyendo las Formaciones Calama y El Loa, como se observa en la CC y que están infrayaciendo discordantemente a las Formaciones Batea y Quillagua y depósitos subordinados de terrazas. En estas unidades se propone una discusión sobre la base de:

1: En la parte central de la CC la Formación El Loa como se define corrientemente incluye unidades de todo el Mioceno y Plioceno Inferior. Estas unidades incluyen rocas sedimentarias de diferente edad, extensas y mapeables, que pueden considerarse formaciones diferentes.

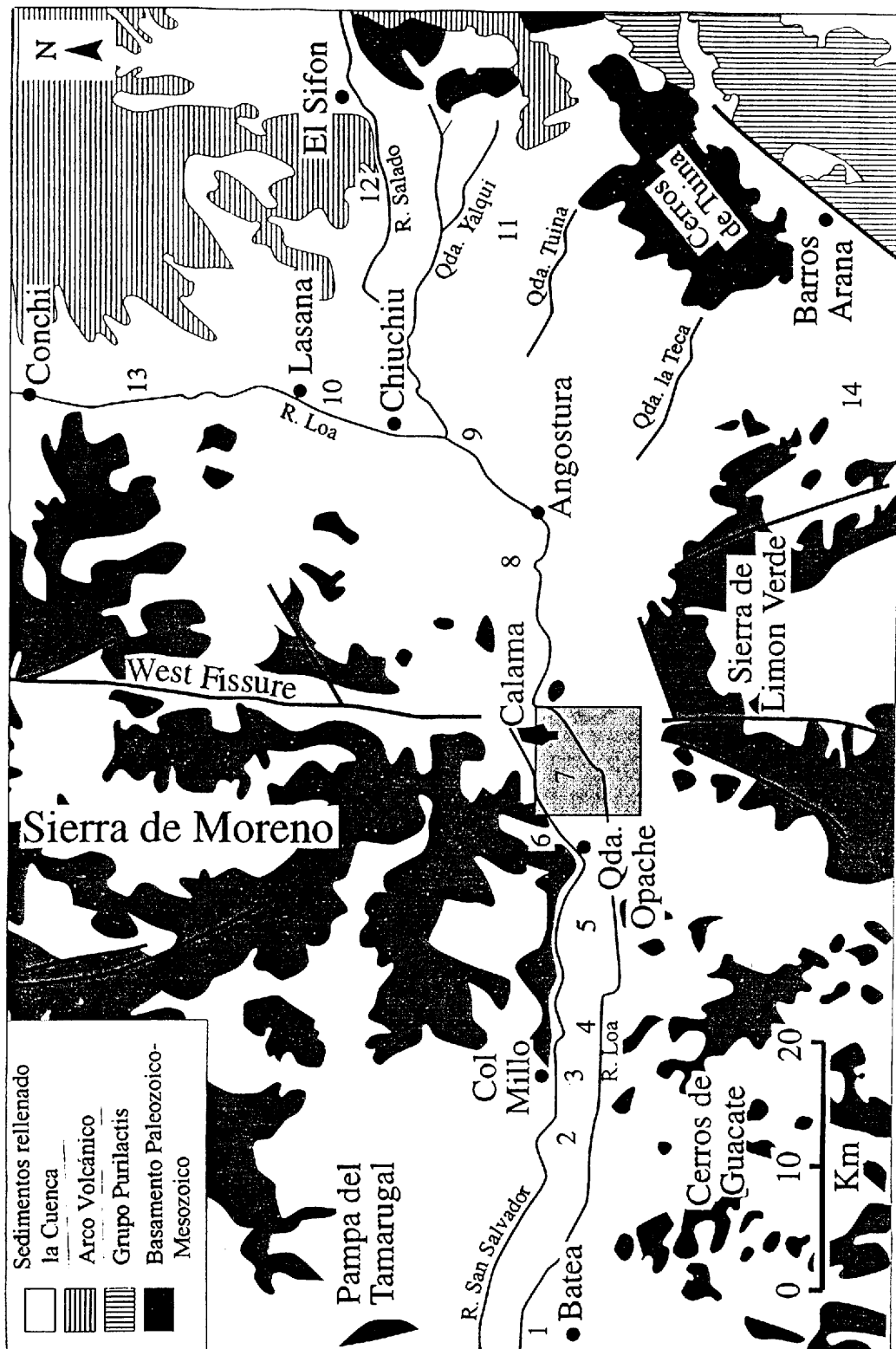


Fig. 1 : Ubicación del área de estudio mostrando la Cuenca de Calama y su extensión hacia el este a través de la Precordillera (Sierra de Moreno, Cerros de Guacate y Sierra de Limón Verde). Las áreas numeradas corresponden a las que se describen en el texto.

2: En la Pampa del Tamarugal la Formación El Loa, a la luz de nuevos antecedentes, puede ser discutida considerando que ha sido sobresimplificada en su descripción (i.e. Ferraris, 1978). Lo mismo puede considerarse sobre las edades relativas y posiciones estratigráficas de las Formaciones Batea y Quillagua.

REFERENCIAS

BAKER, M.C.W. & FRANCIS, P.W. (1978) Upper Cenozoic volcanism in the Central Andes-ages and volumes. *Earth & Planetary. Sci. Lett.* 41, 175-187.

DE SILVA, S.L. (1989) Geochronology and stratigraphy of the ignimbrites from the 21°30'S to 23°30'S portion of the Central Andes of northern Chile. *J. Volcanology and Geothermal Res.*, 37, 93-131.

FERRARIS, F. (1978) Mapas Geológicos Preliminares de Chile, N°3: Hoja Tocopilla, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

JENSEN, P.A. (1992) Las cuencas aluvio-lacustres Oligoceno-Neogeno de la región de ante-arco Chile Septentrional entre los 19° y 23° Sur. Unpublished PhD thesis, University of Barcelona, Spain.

MARINOVIC, N. & LAHSEN, A. (1984) Carta Geológica de Chile. N° 58: Hoja Calama, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

NARANJO, J.A. & PASKOFF, R.P. (1981) Estratigrafía de los depósitos cenozoicos de la región de Chiu Chiu-Calama. Desierto de Atacama. *Revista Geológica de Chile*, 13-14, 79-85.

SALINAS, P., NARANJO, J.A. & MARSHALL, L.G. (1991) Nuevos restos del perezoso gigante (Megatheriidae, *Megatherium medinae*) de la Formación Chiuchiu, cuenca del Río Loa, Calama, norte de Chile. *Actas, VI Congreso Geológico Chileno, Viña del Mar*, 1, 306-309.