

Megageomorfología del valle de Tafi-Aconquija, Tucumán

Adolfo A. GUTIÉRREZ¹ y Ricardo MON²

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e IML—Monteagudo 49, P 3°, Dpto. B—(4000) San Miguel de Tucumán. E-mail: g_terres@hotmail.com

²CONICET—Lola Mora 147 (YB)—(4000) San Miguel de Tucumán. E-mail: monr@satlink.com.ar

RESUMEN. En la sierra de Aconquija la secuencia cenozoica comienza con restos de un conglomerado fino a mediano de color gris claro a gris rosado amarillento, remanente de la erosión durante el ascenso general de las sierras. Las secuencias sedimentarias del Terciario medio-superior se preservan en los flancos de la sierra de Aconquija, en valles que se formaron por procesos extensivos a través de fallas meridionales que inclinaban al este. En el extremo noroeste de la sierra de Aconquija (El Infiernillo, Los Corrales, Las Ánimas) el sinclinal Los Corrales se forma con la secuencia superior del Grupo Santa María producto de la Falla Aconquija que elevó la sierra. Los conglomerados de la Formación Lomitas Pegadas asignadas al Pleistoceno habrían tenido gran desarrollo rellenando prácticamente la totalidad del valle de Tafi, extendiéndose por todo el flanco oriental del Aconquija-Cumbres Calchaquíes hasta la cuenca de Tucumán. Sobre esta gran superficie de escurrimiento y, en parte sobre su sustrato rocoso, se asentaron los depósitos de loess o sedimentos parecidos a loess de la Formación Tafi del Valle. Estos depósitos cuaternarios están dislocados por ascensos tectónicos diferenciales posteriores que reactivaron las fallas regionales preexistentes. La sierra de Aconquija se desvincula de las Cumbres Calchaquíes durante el Pleistoceno por la acción de fallas normales de rumbo noroeste con componentes de desplazamiento horizontal, producto de procesos extensivos y transpresivos.

Palabras clave: *Megageomorfología, Tectónica, Aconquija*

ABSTRACT. *Mega-geomorphology of Tafi del Valle-Aconquija, Tucumán.* In the Aconquija mountain range, the Cenozoic sequence begins with a fine to medium conglomerate of light gray to yellowish pink gray color, remanent of the erosion during the general uplift of the mountain ranges. The mid-upper Tertiary sedimentary sequence is preserved on the sides of the Aconquija mountain range, in valleys formed by extensive tectonical processes through eastward dipping north-south strike faults. At the northwest end of the Aconquija mountain range (El Infiernillo, Los Corrales, Las Ánimas) the Los Corrales syncline product of the Aconquija fault, which uplifted the mountain range, is formed with the upper sequence of the Santa María Group. The conglomerates of the Lomitas Pegadas Formation assigned to the Pleistocene would have formed extensive downward sloping surfaces filling almost all the Tafi Valley, extending throughout the eastern side of the Aconquija-Cumbres Calchaquíes and reaching the Tucumán basin. Over this great downward slope, and partially over its bed rock, loess or loess-like sediments of the Tafi del Valle Formation were settled. These Quaternary deposits are dislocated by subsequent differential tectonic uplift which reactivated the pre-existing regional faults. The Aconquija mountain range was separated from the Cumbres Calchaquíes during the Pleistocene by the action of normal NW striking faults with horizontal displacement components, as a result of extensional and transpressive processes.

Key words: *Mega-geomorphology, Tectonic, Aconquija*

Introducción

El valle de Tafi es una cuenca intramontana emplazada en el extremo norte de las Sierras Pampeanas Noroccidentales. Está limitada al norte por las cumbres Calchaquíes a través de la Falla Tafi del Valle (Baldis *et al.* 1975) y constituye una depresión tectónica que pertenece al sistema de Aconquija (Fig. 1). En ella se preservan elementos que permiten reconstruir al menos parcialmente la evolución tectónica de la región durante los últimos 5 Ma. La Falla Tafi del Valle ha sido descripta como una gran falla inversa con inclinación al noreste, que produjo el cabalgamiento de las cumbres Calchaquíes sobre la sierra de Aconquija (González y Barreñada 1994; Sosa Gómez 2000).

La sierra de Aconquija-Cumbres Calchaquíes junto con el valle de Santa María habrían constituido un elemento positivo durante el Cretácico (González y Mon 1996); pero, durante el Terciario inferior, estos sectores habrían sido receptores de sedimentos, como lo atestiguan las capas conglomerádicas equiparables con el Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta que se apoyan discordantes sobre el basamento ígneo-metamórfico (Precámbrico-Paleozoico inferior) de la sierra de Aconquija y cumbres Calchaquíes.

Los bloques de basamento que constituyen estas sierras fueron levantados por grandes fallas inversas lítricas de acuerdo al esquema clásico de González Bonorino (1950). Sin embargo, de acuerdo a los resulta-

dos de este trabajo, se comprueba que se produjeron posteriormente nuevos episodios de movimientos distensivos y transpresivos que generaron fallas normales y de desplazamiento de rumbo responsables de la configuración final del relieve. Además se inició una etapa de ascenso vertical que tiene hasta la actualidad una marcada influencia en la evolución morfológica y en la sedimentación.

Unidades estratigráficas cenozoicas

Las capas basales de la secuencia cenozoica están compuestas por restos de poco espesor, de un conglomerado fino a mediano de color gris claro a gris rosado amarillento, como lo describe González Bonorino (1950) en el borde oriental del Campo del Pucará; fueron observados también en La Angostura, Quebrada de Amaicha y La Ciénaga (Porto y Danieli 1978), Puerta de Marapa (Porto y Danieli 1984), Puesto Chavarría (Díaz Taddei 1985), borde oriental del Campo del Pucará (Gutiérrez 1990) y Las Ánimas (González 1990) (Fig. 1).

En el extremo noroeste de la sierra de Aconquija (El Infiernillo, Quebrada de Amaicha, Los Corrales, Las Ánimas) se encuentran sedimentitas de la secuencia superior del Grupo Santa María e intrusivos volcánicos de edad terciaria (González y Barreñada 1994) (Fig. 2). Estos están separados del valle de Santa María por una elevación del basamento formada por gneises de inyección (González 1990).

En la zona de La Angostura afloran conglomerados gruesos constituidos principalmente por clastos de granitoides y en menor proporción por clastos de metamorfitas de color gris oscuro, que fueron definidos como Formación Lomitas Pegadas y asignadas al Pleistoceno (González 1999) (Fig. 2).

En el cerro Loma Pelada y borde oriental del valle de Tafí afloran conglomerados gruesos (clastos de granitoides y metamorfitas de hasta 30 cm de diámetro) pardo rojizos grisáceos, cubiertos por loess de la Formación Tafí del Valle (Collantes *et al.* 1993). Estos conglomerados a veces se apoyan sobre delgados restos de arcillitas amarillentas finamente estratificadas de 20 a 50 cm de espesor discordantes sobre basamento metamórfico y otras veces lo hacen directamente sobre basamento; estos conglomerados pueden ser correlacionados con la Formación Lomitas Pegadas. Representan restos de conos que han quedado sobre elevados y desactivados. En la cumbre de la sierra Pelada hay capas de loess que se apoyan directamente sobre basamento. Las capas conglomerádicas atribuidas a la Formación Lomitas Pegadas, que representan antiguos conos y se encuentran por debajo del loess de la Formación Tafí del Valle tienen distribución regional. Se encuentran potentes espesores de conglomerados en la margen derecha del río La Angostura; sus depósitos podrían estar preservados también en el subsuelo de la cuenca de Tucumán (G. Vergara, comunicación personal) y se han observado en las cuencas y valles del bloque de Ambato (Gutiérrez 1999; Mon 1999).

En el valle de Tafí completan la columna estratigráfica

sedimentos loésicos de la Formación Tafí del Valle de edad pleistocena superior (Collantes *et al.* 1993), posteriormente datados en 1,15 Ma (Pleistoceno medio) por Schellenberger *et al.* (2002).

Estructuras

Las fallas en el extremo norte de la sierra de Aconquija están orientadas preferencialmente en dirección noroeste; menos frecuentes son las de rumbo meridional y este; estas últimas generalmente son curvadas (Fig. 2).

La estructura más conspicua es la Falla Tafí del Valle que se esboza en el extremo sur de las cumbres Calchaquíes y se extiende hacia el este a través del curso del río Caspichango, marcando la orientación sudeste del río Salí en la cuenca de Tucumán (Figs. 1 y 2). Interpretamos que esta falla posee desplazamiento vertical normal inclinando al sudoeste y componente horizontal dextral. Otras fallas menores de rumbo noroeste, este y meridionales presentan geometrías similares a la Falla Tafí del Valle, como las observadas al este y al oeste del valle de Tafí y las del cerro Loma Pelada (Fig. 2).

El borde occidental del cerro Loma Pelada está limitado por una falla inversa de rumbo norte e inclinación al este, continúa hacia el norte a través del flanco occidental de los cerros Pabellón y Alto de la Nieve y flanco oriental del cerro El Negrito; hacia el sur se extiende a través de la quebrada del Portugués (Figs. 2 y 4a). La Falla Aconquija, de geometría similar, tiene rumbo nor-noreste y limita el borde occidental de la sierra de Aconquija (Figs. 1 y 2).

En el valle de Santa María, sedimentitas terciarias y sedimentos cuaternarios están desplazados por fallas de rumbo noroeste con desplazamiento horizontal dextral, las que afectan a las terrazas del Cuaternario también tienen una componente de desplazamiento horizontal sinistral (Fig. 2). Al respecto, Allmendinger (1984) determina un eje de extensión norte-sur en el río Amaicha, interpretando que las estructuras noroeste definidas por la Falla Tafí del Valle tienen una componente principal de rumbo sinistral.

En el extremo sur de las cumbres Calchaquíes se observa una anomalía geomórfica representada por una cuña de compresión similar a las reconocidas en el bloque de Ambato (Gutiérrez 1999). Esta cuña de compresión presenta una morfología deprimida, triangular, limitada por dos fallas normales con componentes de desplazamiento horizontal, cuyo vértice se encuentra en el paraje denominado La Ciénaga (Fig. 2). Coincide con una interrupción en la continuidad de la Falla Tafí del Valle, determinada por la saliente que forma el bloque de La Quebradita con respecto al borde de las cumbres Calchaquíes (Fig. 2).

Las estructuras del ámbito del valle de Tafí, guardan estrecha relación con las estructuras regionales del sistema de Aconquija (Fig. 1) y con la geometría tectónica de Sierras Pampeanas (Gutiérrez 2000). El sistema de Aconquija está limitado al oeste por la Falla Aconquija, de rumbo nor-noreste, de carácter inverso e inclinación hacia el este. En el flanco sudoriental de la sierra, el

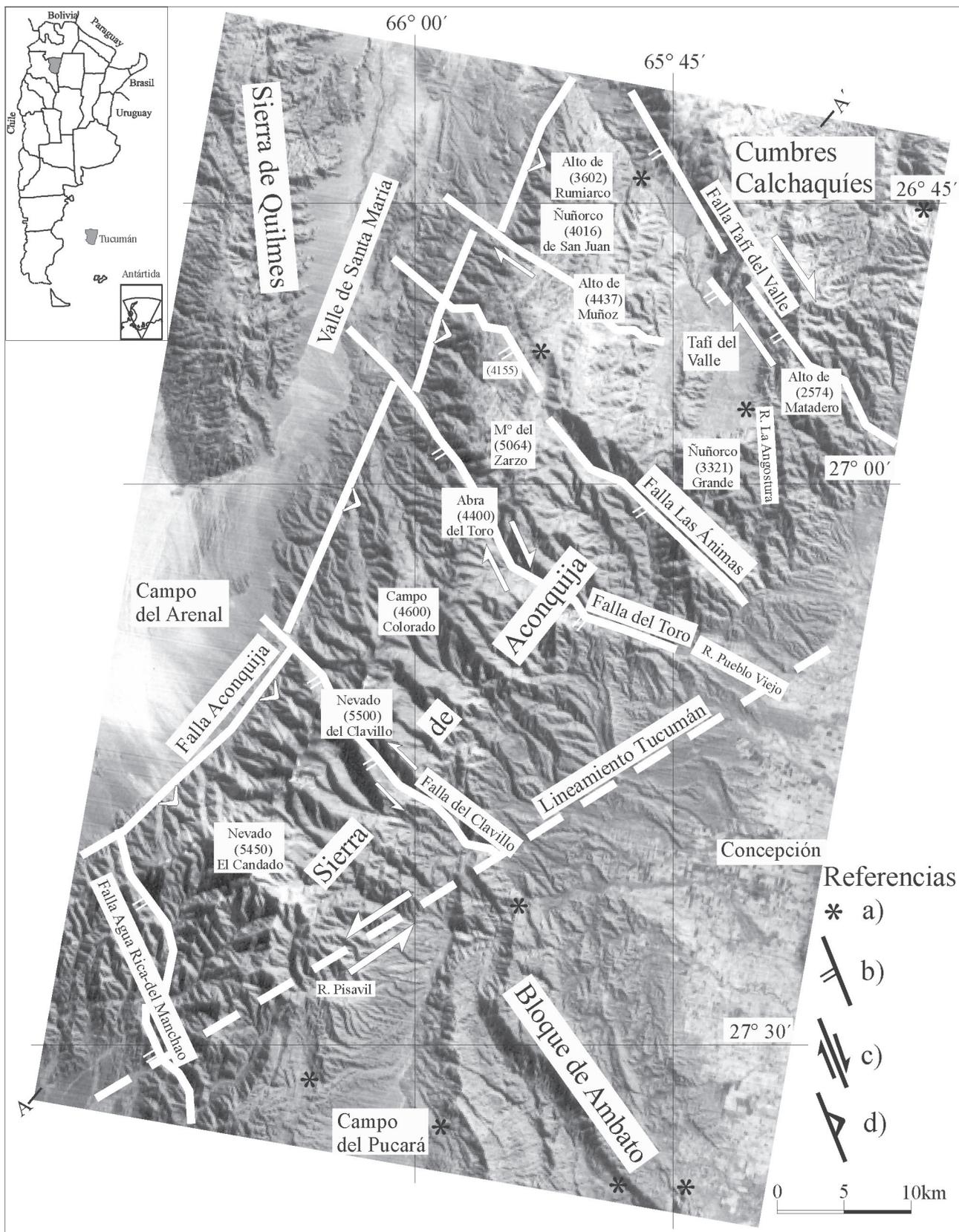


Figura 1: Esquema tectónico de la sierra de Aconquija. a) Afloramientos del Subgrupo Santa Bárbara, Grupo Salta (Terciario inferior); b) Falla normal; c) Falla de rumbo; d) Falla inversa.

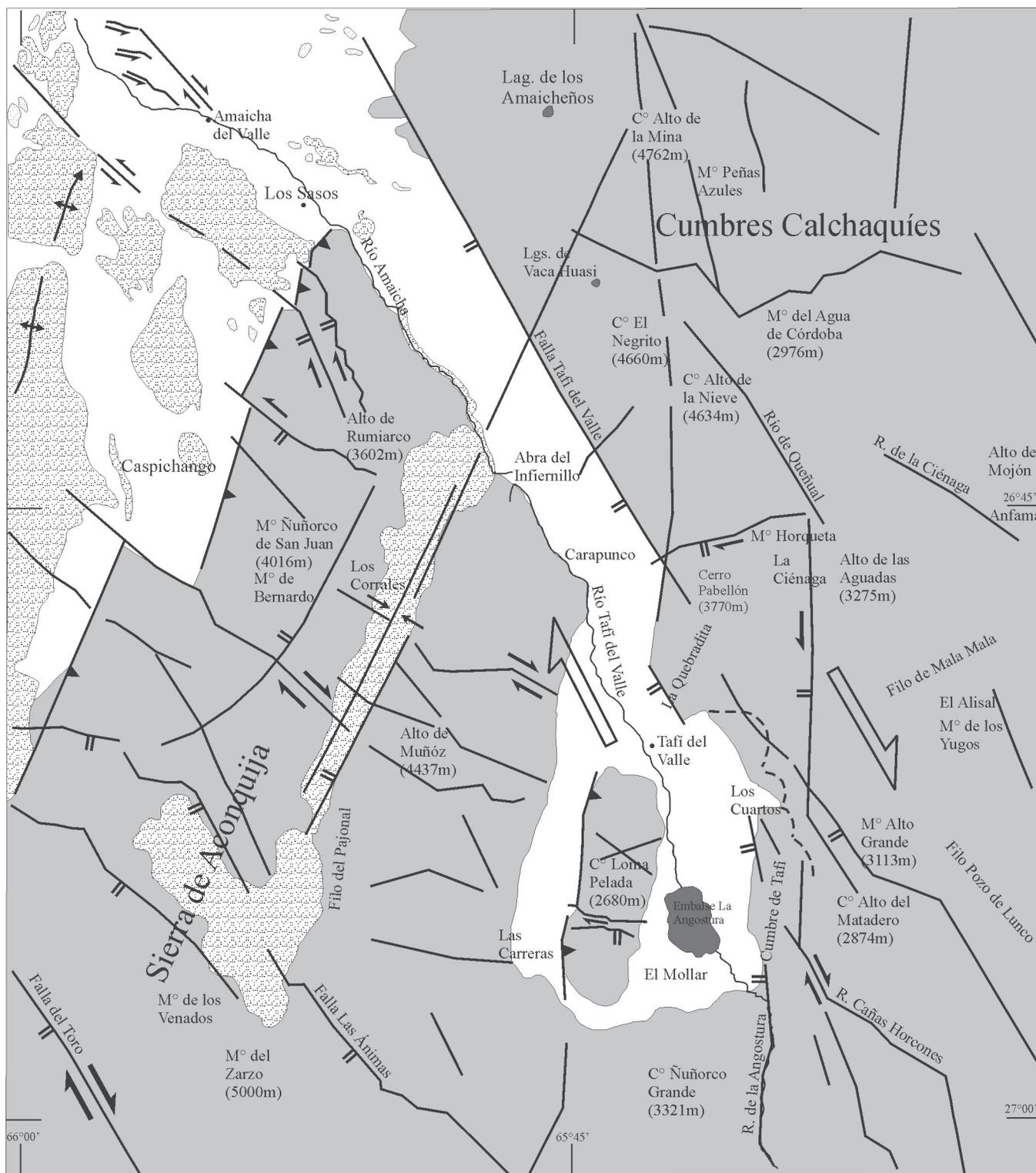


Figura 2: Esquema tectónico del valle de Tafi: a) Cuaternario indiferenciado; b) Terciario indiferenciado; c) Basamento indiferenciado; d) Falla inversa; e) Falla normal; f) Falla de rumbo; g) Anticlinal; h) Sinclinal; i) Bloques caídos.

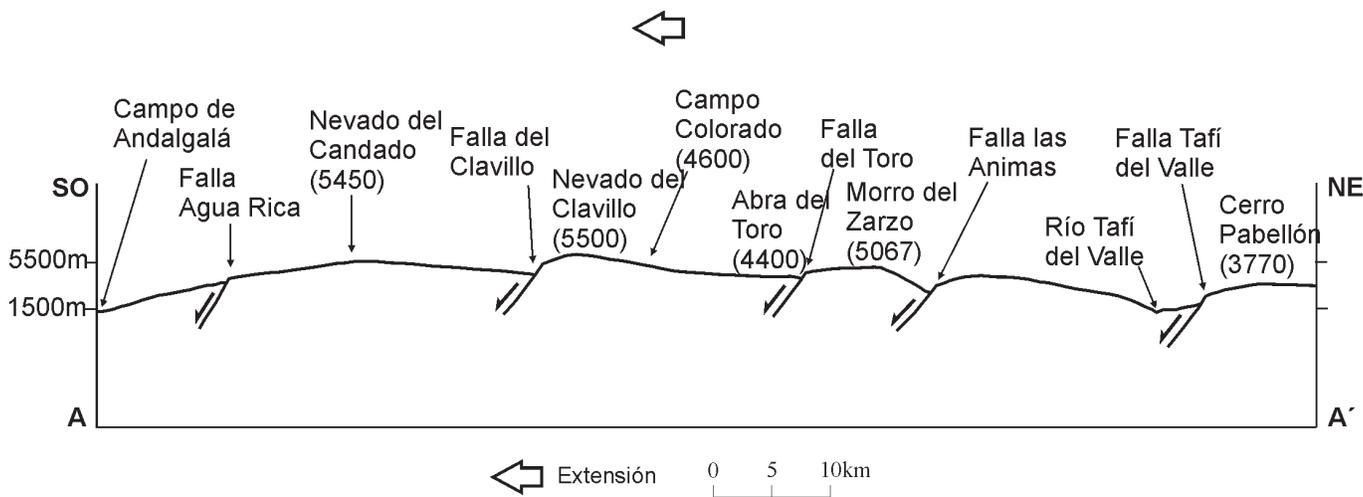


Figura 3: Perfil topográfico de la sierra de Aconquija. Ubicación del perfil en la figura 1.

Lineamiento de Tucumán (Mon 1976) tiene componentes de desplazamiento horizontal sinistral (Gutiérrez 2000) y vertical inverso inclinando al oeste (Pacheco *et al.* 2000). Fallas menores en el sistema de Aconquija tienen rumbo noroeste e inclinación sudoeste, con componentes de desplazamiento normal y horizontal dextral (Figs. 1 y 3).

Morfotectónica

A partir del análisis morfotectónico realizado sobre imágenes satelitales (Figs. 1 y 2), estudio de las cartas topográficas disponibles y observaciones de campo fue posible interpretar la estructura del sistema de Aconquija.

La sierra de Aconquija-Cumbres Calchaquíes presenta una pendiente regional hacia el este, producto de la falla inversa del borde occidental que elevó al conjunto montañoso; a su vez, ambas sierras están separadas por la Falla Tafí del Valle que evidencia componentes de desplazamiento vertical normal y horizontal dextral. Las alturas en el extremo sur de las cumbres Calchaquíes son mayores a las del extremo norte de la sierra de Aconquija. De oeste a este en las cumbres Calchaquíes se encuentran los cerros El Negrito (4.660 m), Alto de la Nieve (4.634 m), Pabellón (3.770 m) y Morro Alto Grande (3.113 m). En el extremo norte de la sierra de Aconquija, el borde occidental es más elevado (cerro Alto de Rumiarco, 3.602 m) y el borde oriental más bajo (cerro Loma Pelada, 2.680 m y cerro Alto de Matadero, 2.874 m).

La sierra de Aconquija está formada por bloques fallados imbricados hacia el norte. Se distinguen cuatro bloques mayores separados por fallas normales de rumbo noroeste y desplazamiento horizontal dextral. De norte a sur estas fallas son: Tafí del Valle, Las Ánimas, del Toro, del Clavillo y Agua Rica-El Manchao (Figs. 1 y 3). Dos bloques principales están separados por la Falla del Toro a través de la cual se produce un quiebre en la pendiente regional. La imbricación queda evidenciada por las cotas

de los cerros Alto de Rumiarco (3.602 m), Ñuñorco de San Juan (4.016 m), Alto de Muñoz (4.437 m) y Morro del Zarzo (5.000 m) en el primer bloque hasta la Falla del Toro; el segundo bloque de sierra comienza a ascender nuevamente hacia el sur representado por los cerros Abra del Toro (4.400 m), Campo Colorado (4.600 m), El Clavillo (5.500 m) y Nevado del Candado (5.450 m) (Figs. 1 y 3).

El cerro Loma Pelada en el centro del valle de Tafí es una reproducción a menor escala del diseño morfotectónico descrito más arriba para el sistema de Aconquija (Fig. 2). Este cerro, basculado hacia el este por la falla inversa de su borde occidental (Fig. 4a) presenta características geológicas y morfológicas similares al bloque de La Quebradita situado al norte, lo que hace pensar que constituirían un bloque único separado posteriormente por la Falla Tafí del Valle (Fig. 2). Actualmente ambos se enfrentan separados por una extensión aproximada de 3 kilómetros. El bloque de La Quebradita tiene una dirección aproximada nor-noreste y el cerro Loma Pelada dirección meridional; a su vez, la línea que describe el límite norte de la sierra de Aconquija representa la contraparte de la línea que describe el extremo sur de las cumbres Calchaquíes, de tal manera que si la sierra de Aconquija se pudiera desplazar hacia el este y rotar, ambas líneas encajarían de forma casi perfecta (Figs. 1 y 2). Esta geometría es una de las evidencias que permite interpretar el carácter normal de la Falla Tafí del Valle y el desplazamiento horizontal antihorario del sistema de Aconquija con respecto a las cumbres Calchaquíes, en concordancia con la rotación sinistral de las Sierras Pampeanas (Gutiérrez 2000). Así, el sistema de Aconquija está desplazado hacia el oeste con respecto al bloque de Ambato en el sur y a las cumbres Calchaquíes en el norte a través del Lineamiento de Tucumán y la Falla Tafí del Valle, respectivamente (Fig. 1).

Otros rasgos morfotectónicos que evidencian el desprendimiento del sistema de Aconquija de las cumbres Calchaquíes, son los bloques caídos adosados al extremo sur de las cumbres Calchaquíes en el sector de Los Cuar-

tos, al este del bloque de La Quebradita, en el valle de Tafi (Fig. 2).

El cerro Loma Pelada presenta también una estructura de bloques imbricados hacia el norte, dividido en cuatro bloques separados por fallas normales este-oeste que inclinan hacia el sur con claro desplazamiento horizontal dextral (Figs. 2 y 4b).

Las fallas normales (Tafi del Valle, Las Ánimas, del Toro, del Clavillo y Agua Rica-El Manchao) que configuran la morfología actual del sistema de Aconquija y otras fallas menores en el cerro Loma Pelada presentan un perfil asimétrico normal al rumbo donde el relleno sedimentario se preserva con mayor espesor en el flanco sur hundido por las fallas (Figs. 3 y 4b).

En el borde noroccidental del sistema de Aconquija en el sector de Los Corrales, se preservan las capas superiores del Grupo Santa María en una estructura sinclinal (sinclinal Los Corrales), producto de la reactivación inversa de la Falla de Aconquija que descubre escamas de basamento intersectando y elevando la secuencia superior del Grupo Santa María en el Terciario Superior (Fig. 5c).

Movimientos verticales recientes

Entre los 10 Ma y los 3 Ma se habría producido el ascenso de las montañas que componen los cordones del Aconquija y cumbres Calchaquíes (Jordan y Alonso 1987; Kleinert y Strecker 2001). En el valle de Tafi, vertiente oriental del Aconquija y en el subsuelo de la cuenca de Tucumán se encuentran restos de antiguos conos aluviales (Formación Lomitas Pegadas), completamente inactivos y desvinculados de los ríos actuales. La granulometría de estos depósitos, con la participación de grandes rodados de más de un metro de diámetro, indica la intervención de procesos de energía incompatibles con los que se manifiestan en los ríos actuales; frecuentemente se verifica en ellos la presencia de depósitos de flujos de escombros.

Los ríos actuales ocasionalmente incidieron en los viejos conos, removiendo los materiales de granulometrías compatibles con su capacidad de remoción abandonando los rodados mayores. De esta manera en los cauces de los ríos se verifica la presencia de depósitos residuales donde hay una alta concentración de grandes rodados. Estos materiales deben haber conformado superficies de escurrimiento de gran extensión que habrían rellenado prácticamente la totalidad del valle de Tafi, el valle de los actuales ríos La Angostura y Pueblo Viejo en la provincia de Tucumán y el valle del río Pisavil en Las Estancias, provincia de Catamarca (Fig. 1). Éstos, en ese momento, eran mucho más amplios que actualmente, como lo atestigua la presencia de restos de estas superficies sobre sus laderas, pronunciadamente sobreelevados con respecto al nivel de los cauces actuales. Además, estos depósitos habrían coalescido con los conos que se desarrollaron en las laderas orientales de las sierras de Aconquija y cumbres Calchaquíes que descienden a la cuenca de Tucumán.

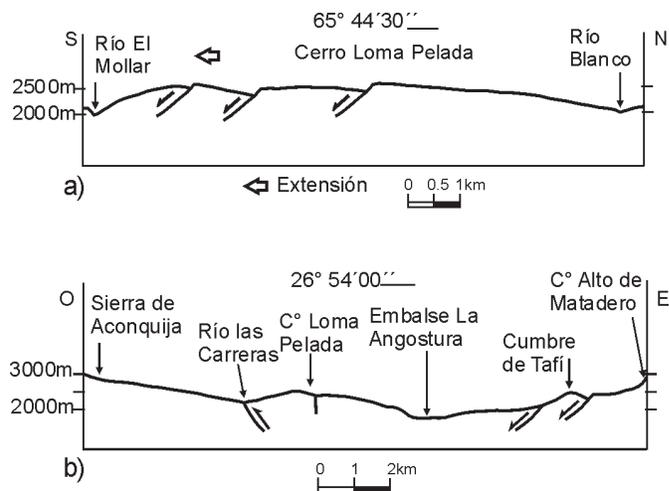


Figura 4: a) Perfil longitudinal al cerro Loma Pelada, Tafi del Valle. b) Perfil transversal al valle de Tafi.

Sobre esta superficie de escurrimiento y, en parte sobre su sustrato rocoso se asentaron los depósitos de loess o sedimentos parecidos a loess de la Formación Tafi del Valle. Los depósitos granulares gruesos rellenaron parcialmente un relieve preexistente dejando dentro de ellos montes-islas como la Loma Pelada, donde se verifica que los loess se asientan directamente sobre el basamento cristalino. En el flanco oriental del valle de Tafi ocurre también la misma situación; hasta cierta altura afloran los loess sobre los depósitos conglomerádicos y más arriba se apoyan directamente sobre el basamento.

Tanto los depósitos de los conos viejos como los de loess están dislocados por movimientos posteriores. De esta manera se verifica que entre los depósitos del valle de Tafi y los de la cuenca de Tucumán hay un desnivel de 1500 m aproximadamente que no se explica por la pendiente inicial de los depósitos sino por ascensos tectónicos diferenciales. Estos últimos pudieron haber sido producidos por reactivaciones póstumas de las fallas regionales mencionadas más arriba.

Discusión

Durante el Terciario inferior la cadena montañosa bloque de Ambato, sierra de Aconquija y cumbres Calchaquíes constituían un bloque único receptor de sedimentos equiparables con el Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta (Porto y Danieli 1978, Porto *et al.* 1982, Porto y Danieli 1984, Díaz Taddei 1985, Gutiérrez 1990).

Un esquema tectónico de extensión en las cadenas montañosas al final de la orogenia se puede explicar por el adelgazamiento de la litósfera por delaminación de su parte inferior, luego de un largo período de engrosamiento cortical (Malavieille 1993). El sistema de Aconquija no tiene una raíz que soporte isostáticamente sus 5.550 m de altura (Toselli *et al.* 1989) y, los afloramientos de gneises de inyección en el borde occidental del Aconquija (González 1990) y el ascenso astenosférico registrado en

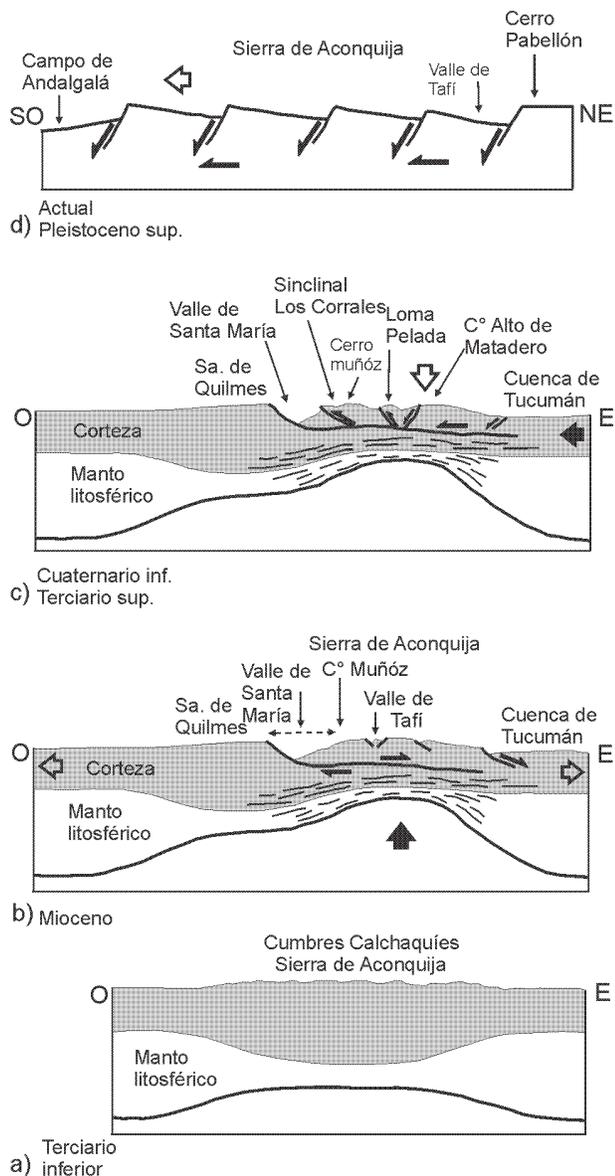


Figura 5: Esquema sin escala de la evolución morfotectónica de la sierra de Aconquija.

la cuenca de Tucumán con perfiles sísmicos (Pomposiello *et al.* 2002) verifican la delaminación de la litósfera.

A los 35 Ma (Oligoceno inferior) los esfuerzos compresivos este-oeste generados por la convergencia de la placa de Nazca y la placa Sudamericana con una velocidad de desplazamiento de 4 cm/año (Trumbull *et al.* 1999) provocaron en el sector de Aconquija el ascenso astenosférico (Toselli *et al.* 1989; Bossi *et al.* 1993) con el consecuente levantamiento general del sistema de sierras soportando un largo período de erosión, quedando reducidos afloramientos de la secuencia equivalente al Subgrupo Santa Bárbara (Fig. 5a). Este levantamiento progresivo habría generado en la corteza superior sistemas de esfuerzos extensionales este-oeste que condicionaron el desarrollo de la cuenca de Santa María y el valle de Tafi (Fig. 5b).

En el Mioceno inferior (18 Ma), los esfuerzos de orien-

tación noreste provocados por la convergencia de placas a una velocidad de desplazamiento de 15 cm/año (Trumbull *et al.* 1999) habrían acelerado el levantamiento general del sistema de sierras y el consecuente desarrollo de fallas normales de dirección meridional. Aproximadamente a los 10 Ma el valle de Santa María se forma por la actividad normal de la Falla de Aconquija que contrario a las opiniones de Bossi *et al.* (1993), Georgieff (1996) y González *et al.* (2000), se inclinaba hacia el este. El perfil del valle de Santa María tiene geometría asimétrica normal al rumbo y el mayor espesor de sedimentos se preserva en el flanco oriental del valle, apoyados sobre el sistema de Aconquija-Cumbres Calchaquíes (Fig. 5b). Durante la colmatación del valle de Santa María su borde oriental lo constituía el actual filo del cerro Muñoz. En ese tiempo, también se esbozan las fallas normales que darían origen al valle de Tafi (Fig. 5b).

En el Terciario superior se hace evidente un sistema de esfuerzos compresivos este-oeste que provocó la reactivación inversa de la Falla Aconquija (Strecker 1987; Sosa Gómez y Gómez Omil 1993; Sosa Gómez *et al.* 1999; Pacheco *et al.* 2000 y Sosa Gómez 2000). Este proceso descubre escamas de basamento, a la vez que corta y eleva la secuencia superior del Grupo Santa María dando origen al sinclinal Los Corrales a unos diez kilómetros al este del borde occidental de la sierra de Aconquija (Fig. 5c).

Luego de la depositación de los conglomerados de la Formación Lomitas Pegadas y demás equivalentes regionales con la cubierta de loess de la Formación Tafi del Valle (Pleistoceno), colapsa el sistema montañoso que se estaba elevando, se producen fallas meridionales con desplazamiento vertical y se forman escalones descendentes hacia el este donde se preservan los depósitos conglomerádicos y loésicos (Figs. 1 y 5c). Situación similar ocurrió en las sierras que conforman el bloque de Ambato (Gutiérrez 1999; Mon 1999). Posteriormente se produce un alivio en la dirección norte-sur, el desprendimiento de la sierra de Aconquija-Cumbres Calchaquíes a través de la Falla Tafi del Valle, la división en bloques del sistema de Aconquija a través de fallas normales noroeste y la rotación sinistral del sistema de Aconquija (Pleistoceno) (Fig. 5d).

Strecker (1987) opina que el levantamiento principal de la sierra de Aconquija tiene menos de 1,2 Ma y habría comenzado a los $2,0 \pm 0,57$ Ma, como lo atestiguan los conglomerados gruesos de la Formación Yasyamayo. Los conglomerados de la Formación Lomitas Pegadas son producto de la erosión producida en el basamento cristalino luego del proceso de exhumación de las montañas de los cordones de Aconquija y cumbres Calchaquíes. De acuerdo a Sobel y Strecker (2002) en las primeras etapas de la exhumación habría sido totalmente desmantelada la cubierta sedimentaria pobremente consolidada que se encontraba sobre el basamento. Con el avance del levantamiento quedó expuesto el basamento, que fue la fuente del material granular grueso. La erosión de la cubierta sedimentaria dado su bajo grado de consolidación no habría proporcionado conglomerados.

Conclusiones

Durante el levantamiento general de la sierra de Aconquija-Cumbres Calchaquies en el Terciario inferior, se erosionan casi completamente las secuencias sedimentarias que habían cubierto el basamento y se genera aproximadamente a los 10 Ma la apertura de grandes cuencas intermontanas como el valle de Santa María y el desarrollo incipiente de cuencas intramontanas como Tafi del Valle acompañados con volcanismo efusivo por el desarrollo de fallas normales meridionales que inclinaban al este.

Con posterioridad al levantamiento de la sierra de Aconquija y plegamiento de las secuencias sedimentarias terciarias, se produjeron nuevos episodios de movimiento distensivos y transpresivos que generaron fallas normales y de desplazamiento de rumbo responsables de la configuración final del relieve. Estas fallas desvinculan los cordones montañosos sierra de Aconquija-Cumbres Calchaquies y dividen al sistema de Aconquija en bloques menores. El sistema de Aconquija fue corrido hacia el oeste debido al desplazamiento horizontal del Lineamiento de Tucumán y Falla Tafi del Valle.

El vértice de la cuña de compresión en el extremo sur de cumbres Calchaquies se orienta al noreste al igual que las geoformas observadas en las sierras que conforman el bloque de Ambato; ellas representan un patrón de ruptura de las rocas que responden al esquema de esfuerzo transpresivo regional.

Sobre el valle de Tafi y las vertientes orientales de las cumbres Calchaquies y sierra de Aconquija se desarrolló un importante sistema fluvial pleistoceno, cuyos restos sedimentarios fueron dislocados por la tectónica reciente y parcialmente desmantelados por el sistema fluvial actual. La granulometría gruesa de la mayor parte de sus depósitos indica un ambiente de elevada energía que bien puede explicarse mediante una marcada reactivación tectónica o un cambio climático (England y Molnar 1990). Las cabeceras de este sistema fluvial se encontraban sobre los cordones occidentales del sistema de Aconquija, al oeste del valle de Tafi, coincidiendo con la divisoria entre el valle Calchaquí y la vertiente oriental. Esta amplia superficie de escurrimiento fue parcialmente cubierta por depósitos de loess. En el valle de Tafi habría quedado preservado un resto sobreelevado de esta superficie, con los depósitos conglomerádicos en la base cubiertos por capas de loess. Estos depósitos previamente habrían estado unidos al resto de la superficie que se vinculaba a través del protovalle del río Los Sosa con los depósitos de la cuenca de Tucumán al este de las sierras. En este sentido, el valle de Tafi es un resto más de las antiguas superficies de denudación y posterior depositación que se generaron en el extremo norte de las Sierras Pampeanas y Cordillera Oriental, tales como las pampas de la Pampa Grande y Pampa de las Juntas ubicadas en las sierras de Guachipas, poco al sur del valle de Lerma (Mon 2001). Estas superficies sobreelevadas con respecto a los valles adyacentes son indicadores de pronunciados movimientos de ascenso vertical pleistocenos, ocurridos en las

Sierras Pampeanas septentrionales y Cordillera Oriental, que decapitaron los sistemas fluviales antiguos desvinculando a los ríos de sus cabeceras.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado parcialmente con aportes realizados por el CIUNT (proyecto 26/G1179) y CONICET. Expresamos nuestro agradecimiento a los árbitros Dr. J. Zambrano y Dr. J. A. Salfity por las correcciones y sugerencias que mejoraron el presente trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allmendinger, R. W., 1984. Estructuras transversales de la zona de transición entre 26° y 27° S, provincias de Tucumán y Catamarca, Argentina: resultados preliminares. IX Congreso Geológico Argentino, S. C. de Bariloche, Actas II: 31-47.
- Baldis, B. A. J., Viramonte, J. G. y Salfity, J. A., 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno Central Argentino y el borde austral de la Puna. II Congreso de Geología Económica, Actas IV: 25-44.
- Bossi, G. E., Muruaga, C. M., Sanagua, J. E., Hernando, A. y Ahumada, A. L., 1993. Geología y estratigrafía de la cuenca neógena Santa María-Hualfín (departamentos Santa María y Belén, provincia de Catamarca). XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas II: 156-165.
- Collantes, M. M., Powell, J. y Sayago, J. M., 1993. Formación Tafi del Valle (Cuaternario superior), provincia de Tucumán (Argentina): litología, paleontología y pleoambientes. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas II: 200-206.
- Díaz Taddei, R., 1985. Informe del área de reserva N° 26 "Chavarría". Dirección Provincial de Minería, Tucumán, 10 p. (Inédito).
- England, P. C. y Molnar, P., 1990. Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks. *Geology*, 18 (12): 1173-1177.
- Georgieff, S. M., 1996. Cuencas de Antepaís: una revisión. Evolución tectosedimentaria en el Terciario-Cuaternario del valle de Santa María, Tucumán y Catamarca, Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas II: 161-170.
- González Bonorino, F., 1950. Geología de la Hoja 13e Villa Alberdi (provincias de Catamarca y Tucumán). Dirección Nacional de Industria y Minería, Buenos Aires. COMPLETAR
- González, O. E., 1990. Las volcánicas del Portezuelo Las Ánimas, sierra de Aconquija, provincias de Catamarca y Tucumán. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XLV (3-4): 386-396.
- González, O. E. y Barreñada, O., 1994. Geología y estructura de las nacientes del Río Amaicha y El Infiernillo, provincia de Tucumán. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas III: 72-81.
- González, O. y Mon, R., 1996. Tectónica del extremo norte de las sierras Pampeanas y su transición a la Cordillera Oriental y a las sierras Subandinas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas II: 149-160.
- González, O. E., 1999. Geología de La Angostura, valle de Tafi, Tucumán. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas I: 283-286.
- González, O. E., Viruel, M. E., Mon, R., Tchilinguirian, P. y Barber, E., 2000. Hoja Geológica 2766-II, San Miguel de Tucumán. Secretaría de Energía y Minería, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 245: 1-124.
- Gutiérrez, A. A., 1990. Geología y estratigrafía del área cumbres de Narváz, Cóndor Huasi. Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, 76 p. (Inédito).

- Gutiérrez, A. A., 1999. Tectonic Geomorphology of the Ambato block. (Northwestern Pampeanas mountain ranges, Argentina). 4th International Symposium on Andean Geodynamics, Göttingen, 307-310.
- Gutiérrez, A. A., 2000. Morphotectonic evidences of sinistral rotation of the Pampeanas Mountain Ranges, Argentina. XVII Simposio sobre la Geología de Latinoamérica, Revista Profil Band 18, Stuttgart, 6 p.
- Jordan, T. E. y Alonso, R. N., 1987. Cenozoic stratigraphy and basin tectonics of the Andes Mountains, 20°-28° south latitude: American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 71: 49-64.
- Kleinert, K. y Strecker, M. R., 2001. Climate Change in response to orographic barrier uplift: Paleosol and stable isotope evidence from the late Neogene Santa María basin, northwestern Argentina. Geological Society of America, Bulletin, 113(6): 728-742.
- Malavieille, J., 1993. Late orogenic extensión in mountain belts: insights from the basin and range and the late Paleozoic Variscan Belt. Tectonics, 12(5): 1115-1130.
- Mon, R., 1976. La tectónica del borde oriental andino en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 32: 65-72.
- Mon, R., 1999. Normal faulting and mayor rocks slides in the north Pampean ranges of Argentina. 4th International Symposium on Andean Geodynamics, Göttingen, 512-515.
- Mon, R., 2001. Estructuras curvadas y levantamientos verticales en la Cordillera Oriental (provincias de Salta y Tucumán). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 56(3): 367-376.
- Pacheco, M. M., Mansilla, N. Y., Mon, R., Sosa Gómez, J. A. y Piccioni, L., 2000. The Tucumán basin as a part of the cretaceous continental rift of south América. 17 Simposio sobre la geología de Latinoamérica, Revista Profil Band 18, Stuttgart, 5 p.
- Pomposiello, M. C., Favetto, A., Broker, J., Sainato, C., Li, S., Smith, J. y Giordanengo, G., 2002. Deep crust and mantle electrical conductivity structure of the northern sierras Pampeanas, Argentina. XV Congreso Geológico, Calafate, Actas CD-ROM, Artículo N° 317, 4 p.
- Porto, J. C. y Danieli, C. A., 1978. La extensión noroeste de la cuenca del Grupo Salta en la provincia de Tucumán. VII Congreso Geológico Argentino, Actas I: 563-576.
- Porto, J. C., Danieli, C. A. y Ruíz Huidobro, O., 1982. El Grupo Salta en la provincia de Tucumán. V Congreso Latinoamericano Argentino, Actas IV: 253-264.
- Porto, J. C. y Danieli, C. A., 1984. Límites cuencales de los Grupos Santa María y Aconquija (Neoterciario), en la provincia de Tucumán. IX Congreso Geológico, S. C. de Bariloche, Actas I: 437-448.
- Schellenberger, A., Heller, F. y Veit, H., 2002. Magnetostratigraphy and magnetic susceptibility of the Las Carrerras loess-paleosol sequence in Valle de Tafi, Tucumán, NW de Argentina: paleoclimatic significance. XV Congreso Geológico, Calafate, Actas CD-ROM, Artículo N° 317, OJO 4 p.
- Sobel, E. R. y Strecker, M. R., 2002. Uplift, exhumation, and precipitation: Tectonic and climatic control of late Cenozoic landscape evolution in the northern Sierras Pampeanas, Argentina. En prensa, 30 p.
- Sosa Gómez, J. A. y Gómez Omil, R., 1993. Ejemplos de inversión tectónica en los Andes Centrales. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas III: 195-199.
- Sosa Gómez, J. A., Mon, R. y Piccioni, L., 1999. Estructura de la cuenca de Tucumán y de su subsuelo profundo. XV Congreso Geológico Argentino, Actas I: 209-211.
- Sosa Gómez, J. A., 2000. La terminación austral de cordillera Oriental. 17 Simposio sobre la geología de Latinoamérica, Revista Profil Band 18, Stuttgart, 4 p.
- Strecker, M. R., 1987. Nuevos datos geotectónicos sobre las sierras Pampeanas Septentrionales (26°-27°S), República Argentina. X Congreso Geológico Argentino, S. M. de Tucumán, Actas I: 231-234.
- Toselli, A. J., Introcaso, A., Aceñolaza, F. G. y Durand, F. R., 1989. Sección gravimétrica preliminar a través del sistema del Aconquija, provincias de Tucumán y Catamarca, una hipótesis sobre su génesis tectónica. Reunión Geotransectas América del Sur, Mar del Plata, Argentina, 78-82.
- Trumbull, R. B., Wittenbrink, R., Hahne, K., Emmermann, R., Büsh, W., Gerstenberger, H. y Siebel, W., 1999. Evidence for late Miocene to recent contamination of arc andesites by crustal melts in the Chilean Andes (25°-26°S) and its geodynamics implications. Journal of South American Earth Sciences, 12:135-155.

Recibido: 8 de abril, 2003

Aceptado: 16 de marzo, 2004