

# ESTRUCTURA DE LA REGIÓN SIERRA DE GUAYAGUAS - MARAYES, PROVINCIAS DE SAN JUAN Y SAN LUIS

Carlos GARDINI<sup>1,2</sup>, David RIVAROLA<sup>1</sup>, Maximiliano AGÜERA<sup>1</sup> y Gerónimo CANDELA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología - Universidad Nacional de San Luis - San Luis - Email: gardini@unsl.edu.ar, rivarola@unsl.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET

## RESUMEN

El sector ubicado en las serranías del Desierto - serranías occidentales de San Juan y San Luis está caracterizado por deformaciones tectónicas neógenas del tipo *thick-skinned*, que afectan a núcleos de basamento cristalino como así también las secuencias sedimentarias continentales del Triásico y Cretácico, producto de inversión tectónica de los depocentros. Como resultado de ésto se generan pliegues por propagación de falla asociados a una sucesión de corrimientos submeridianos de inclinación intermedia al este. Mediante el estudio y mapeo de las diferentes estructuras en el campo, se han definido diferentes tipos de movimientos a lo largo de los segmentos de falla analizados, asociados con movimientos transcurrentes con características transpresivas y localmente transtensivas.

Palabras clave: *Inversión tectónica, Rift, Mesozoico, Neógeno.*

**ABSTRACT:** *Structure of the region of Sierra de Guayaguas - Marayes, provinces of San Juan and San Luis.* The area located in the Serranías del Desierto - Sierras Occidentales of San Juan and San Luis is characterized by Neogene tectonic deformation of thick-skinned type that affected the nuclei of crystalline basement and the Triassic and Cretaceous continental sedimentary sequences, product of inversion tectonics of those depocenters. Because of the inversion tectonics are generated fault propagation folds, associated with a submeridian parallel succession of thrusts with middle dipping to the east. Different directions of displacements along the analyzed fault segments are defined based on the field study and mapping of the different structures associated with strike-slip movement with transpressional and locally transtensional characteristics.

Keywords: *Inversion tectonics, Rift, Mesozoic, Neogene*

## INTRODUCCIÓN

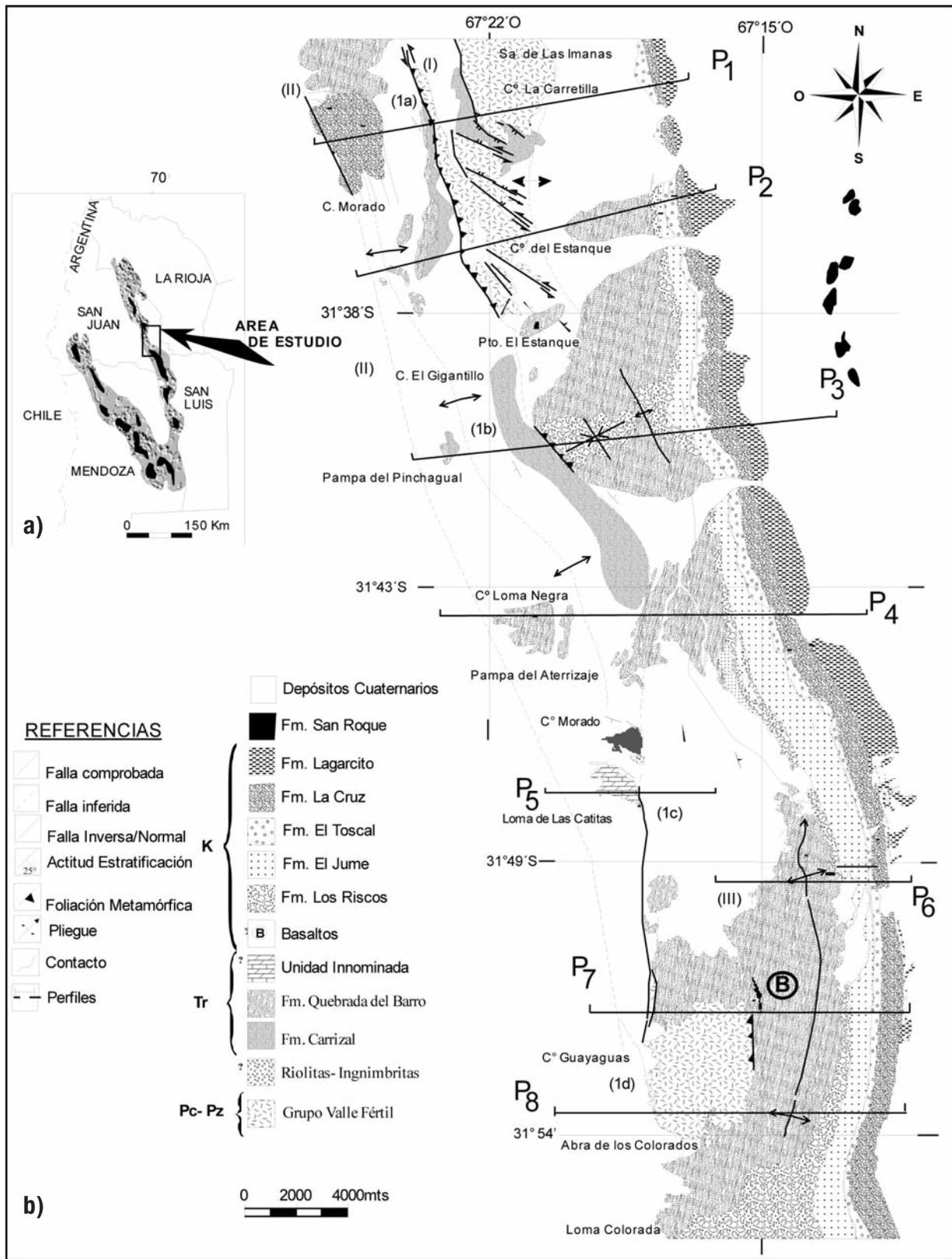
La región que ocupan las serranías del Desierto y serranías occidentales presentan una serie encadenada de depósitos mesozoicos subaflorantes que muestran algunos elementos de la cuenca que se desarrolló en el oeste de las Sierras Pampeanas. El interés del presente trabajo es describir los rasgos estratigráficos más destacados en relación a la estructura para definir como ha sido el comportamiento de la cuenca durante su conformación, cual ha sido el control del basamento cristalino, como fue la actividad durante la etapa extensional y cual ha sido la respuesta de la cuenca a las deformaciones de la tectónica andina.

La región de estudio posee afloramientos saltuarios pertenecientes mayoritariamente a la provincia de San Juan y parcialmente al extremo septentrional de la provincia de San Luis. Se accede por huer-

llas en mal estado que parten desde las rutas nacionales 20 por el norte y 147 por el sur y se logra una aproximación por la región oeste hasta varios kilómetros de las serranías. Existen algunos accesos por huellas hasta la base del cerro Guayaguas, la estancia de Guayaguas, puesto El Estanque y otras serranías menores (Fig. 1a). La presente contribución describe esencialmente las relaciones estructurales observadas entre el basamento de la sierra de Guayaguas - serranías del Desierto y las secuencias mesozoicas que lo coronan, las cuales definen las geometrías de las estructuras más conspicuas allí aflorantes y la relación entre la sedimentación, la tectónica y la reactivación producida por el alzamiento. En conjunto representan una cadena alongada en sentido prácticamente N-S de más de 200 km de longitud y se destacan por su carácter aflorante discontinuo en una región ampliamente dominada por la llanura loéssi-

ca pampeana. Los núcleos de basamento cristalino aflorantes han sido elevados y reacomodados por la actividad neógena con estilos estructurales similares al de las Sierras Pampeanas. Las serranías occidentales revisten gran importancia ya que exponen el registro de una larga historia de reactivación de fallas con un incremento progresivo de sur a norte de la inversión neógena positiva de las cuencas extensionales mesozoicas.

Criado Roque *et al.* (1981) e Yrigoyen (1981), indicaron que el diseño escalonado de las serranías se debe a la acción de fallas transcurrentes dextrales. Estas segmentaciones se corresponden de norte a sur con las sierras de Guayaguas - Cantantal, Las Quijadas y del Gigante-Cerrillada de Las Cabras. En tal sentido Gardini *et al.* (2006) realizaron estudios sobre posibles evidencias de transcurrancia entre la sierra de Las Quijadas - Cantantal.



**Figura 1:** a) Mapa de ubicación del área de serranías del Desierto (San Juan) y serranías occidentales (San Luis); b) Mapa geológico de serranías del Desierto y occidentales. (I) Falla Rickard a) SCA, b) SGI, c) SLC, d) SGU e) LES, (II) Pan de Azúcar III) Corrimiento Corral Quemado.

El análisis del área se realizó mediante la confección de mapas geológicos en escala 1: 20.000, el levantamiento de seis secciones estratigráficas en escala 1:100 y 8 perfiles estructurales de detalle distribuidos de manera equidistantes, aunque muchos de los afloramientos estudiados se ubican en una región de relieve suave y con gran cobertura de depósitos cuaternarios que dificulta la correlación.

El trabajo se complementó con el uso de fotografías aéreas e imágenes satelitales, así como el uso de la información sísmica disponible en publicaciones anteriores de la región y aledaños.

## MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas más antiguas aflorantes en la región corresponden a unidades del basamento cristalino de Sierras Pampeanas, pertenecientes al Grupo Valle Fértil (Bossi 1976). El metamorfismo y la fábrica metamórfica de rumbo NNE-SSO presente en ellas pueden ser asociadas con la colisión tardía ordovícica - devónica de Cuyania con el terreno Pampia (Ramos 1999). La zona de colisión (lineamiento Valle Fértil) posee un rumbo NNO y un buzamiento de 40° a 60° al NE.

Como consecuencia de la generación de zonas de debilidad intracontinentales se desarrollaron cuencas de origen extensional (*riffts*), de tipo hemigraben con sus principales depocentros localizados en el borde oeste (Uliana *et al.* 1989). Dichas cuencas permitieron la acumulación de secuencias sedimentarias asignadas al Mesozoico y Cenozoico, todas en típicas secuencias continentales del tipo *red beds*. Posteriormente y durante el Neógeno experimentaron procesos de inversión tectónica que se localizaron mayormente en los márgenes activos de dichos depocentros y dieron lugar a la formación de la morfoestructura de las serranías occidentales en San Luis y las serranías del Desierto en San Juan.

La macroestructura de estas serranías se caracteriza en su conjunto por pliegues generados por propagación de fallas con

rumbo general NNO, vinculados principalmente con la falla Valle Fértil-Desaguadero (Baldis *et al.* 1982). Este sistema de pliegues anticlinales es principalmente asimétrico con vergencia occidental y presenta buena continuidad en su flanco oriental, tal como ha sido sugerido por diversos autores,

Los principales antecedentes que registra la región corresponden a los trabajos de Bossi *et al.* (1975) y Bossi *et al.* (1976) quienes describieron las secuencias triásicas del área y realizaron un detallado análisis de la paleogeografía del sector norte (Marayes-El Carrizal), Yrigoyen *et al.* (1989), a partir del estudio de datos de subsuelo, realizaron una integración de todas las secuencias que conformarían la cuenca de San Luis. Snyder *et al.* (1990) realizaron una interpretación de dos líneas sísmicas reprocesadas en profundidad que se localizan en el sector de estudio y mediante las cuales analizaron las complejidades estructurales del subsuelo asociadas a las fallas Valle Fértil y Pan de Azúcar, interpretando el sector según un modelo de pliegues en basamento por flexión de falla (*basement fault-bend folds*).

El basamento cristalino del área fue descrito por diferentes autores analizando la afinidad en fábrica y grado metamórfico de los bloques aislados con las unidades presentes en la sierra de Valle Fértil (Simon y Rosello 1990, Castro de Machuca 1990 y 1991, Castro de Machuca y Pontoriero 1997). Rívarola *et al.* (2002) y Agüera *et al.* (2004), realizaron una caracterización paleoambiental de los depósitos del Triásico y Cretácico del área respectivamente. Arcucci *et al.* (2002) dieron a conocer una nueva localidad fosilífera para el Triásico de la región. Finalmente Agüera *et al.* (2006), realizaron aportes al conocimiento estructural de la zona.

La inversión tectónica de las cuencas mesozoicas de San Luis y San Juan fueron descritas sobre la base de la geología de superficie, y correlacionadas en subsuelo a partir de los datos de sísmica. Se describieron estas deformaciones con los primeros trabajos de Criado Roque *et al.* (1981), Yrigoyen *et al.* (1989), Schmidt *et al.* (1995).

Uliana *et al.* (1989), describieron además la inversión tectónica de la cuenca en conjunto, incluyendo los depocentros cuyanos ubicados más al sur y al sudoeste.

## GEOLOGÍA DEL ÁREA

Los afloramientos del basamento se circunscriben a las áreas del cerro Guayaguas, El Estanque y sierra de Las Imanas, mientras que la distribución de las secuencias triásicas y cretácicas se concentran en una serie de lomadas menores que representan la loma de Las Catitas, cerro Morado, loma Negra y El Gigantillo. Las rocas del basamento están conformadas por gneises cuarzo feldespáticos, y biotíticos hornblendíferos, anfíbolitas y cuarcitas que denotan una importante deformación con predominio de una foliación milonítica con porfiroclastos en formas de ojos y plegamientos apretados que denotan arrastre (Simon y Rosello 1990, Castro de Machuca y Pontoriero 1997).

La cuenca de Marayes durante el Triásico Temprano estaba caracterizada por un importante estadio de synrift con dominio de subsidencia mecánica durante el cual tuvo lugar la depositación de la Formación Esquina Colorada, fuera del área de estudio. Entre el Triásico Medio y Tardío la cuenca permitió el desarrollo de facies anóxicas ampliamente distribuidas y sobre las que progradaron sistemas deltaicos asignados a la Formación Carrizal (Bossi 1976). Estas características indican condiciones de subalimentación y amplia disponibilidad de espacio de acumulación, por lo que puede asignarse a un estadio de *sag* con dominio de subsidencia termotectónica (Spalletti 1999). Posteriormente se identifica una importante reactivación estructural y como consecuencia se produce la acumulación de los conglomerados proximales de la Formación Quebrada del Barro (Bossi 1976) (Fig. 2).

Durante el Cretácico se produce una reactivación de estas cuencas sobreponiéndose una nueva etapa de *rifting* sobre la cual habría tenido mayor desarrollo e importancia desde el norte hacia el sur

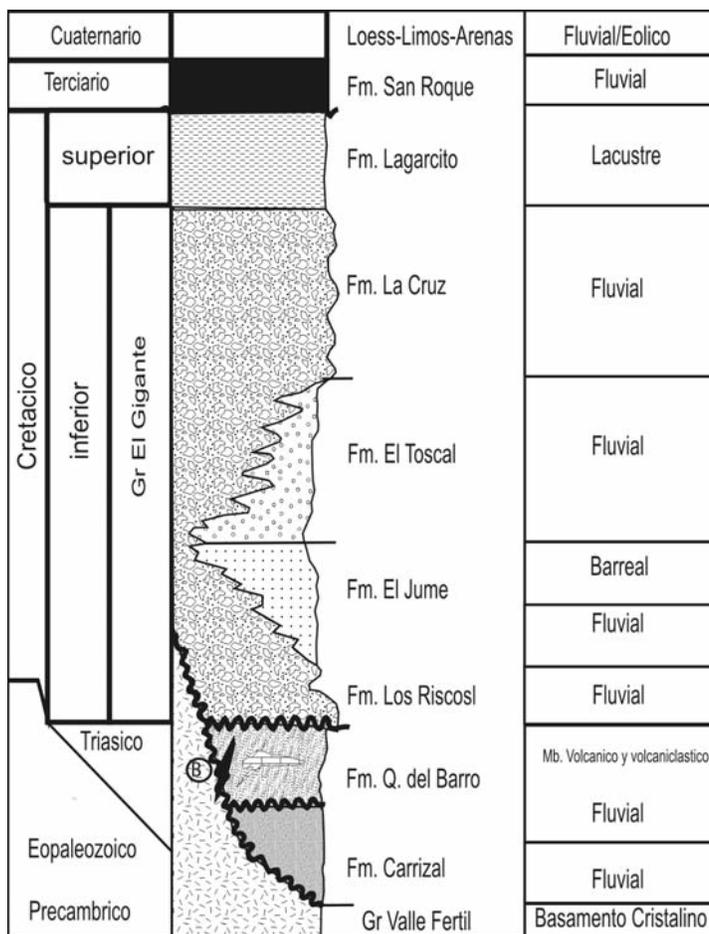


Figura 2: Columna estratigráfica del sector de estudio.

(Criado Roque *et al.* 1981, Uliana *et al.* 1989). Como consecuencia de esta reactivación se genera en una primera etapa los depósitos de *synrift*, correspondientes al Grupo del Gigante, culminando con la deposición de la Formación Lagarcito en un estadio de *sag* (Schmidt *et al.* 1995). Rivarola (1999) y Rivarola y Spalletti (2006) proponen para el sector de la sierra de las Quijadas la existencia de dos ciclos de relleno o dos secuencias deposicionales que en conjunto superan los 900 metros de potencia y se destacan por la presencia de facies del tipo capas rojas, ambas con una tendencia vertical del tipo granodecreciente. La secuencia inferior se compone de las unidades litoestratigráficas Formación Los Riscos (conglomerados) y Formación El Jume (areniscas y pelitas), desde el punto de vista paleoambiental representan la evolución desde cuerpos de abanicos aluviales alojados en la zona de borde de cuenca a sis-

temas fluviales efímeros, eólicos y de playa de barreal en los sectores más depocentrales.

La secuencia superior queda representada por el conjunto de unidades Formación El Toscal (conglomerados y areniscas), Formación La Cruz (conglomerados), y Formación Lagarcito (areniscas y pelitas), paleoambientalmente se asemeja a la secuencia inferior, salvo por la presencia de facies desarrolladas en ambientes de menor aridez y lagos de características hidrológicas más perennes. Las facies de conglomerados de ambas secuencias representarían estadios de *synrift*, en tanto que las facies más finas estadios de *sag*, en un marco tectónico típicamente distensivo.

A lo largo de toda la cuenca de Marayes y su prolongación austral, la cuenca de las Salinas y Beazley se observa una repetitiva tendencia en el diseño de las paleocorrientes para las unidades del Triásico y

Cretácico. Tal como lo señalaran varios autores (Bossi 1976, Bossi *et al.* 1976, Maggi 1994, Gardini *et al.* 2002b, Schmidt *et al.* 1995, Rivarola 1999, Jenchen y Rosenfeld 2002, Rivarola y Spalletti 2006); tanto las estructuras sedimentarias mensurables como así también la tendencia evolutiva de los sistemas de depósitos permiten inferir que al oeste de la zona existían uno o varios elementos positivos que habría constituido la principal área fuente de suministros de depósitos silico-clásticos y químicos durante todo el relleno mesozoico.

Bossi *et al.* (1975, 1976) en la cuenca de Marayes, denominó a esta área fuente, "dorsal proto Chacras-proto Pan de Azúcar", en tanto que, su continuación boreal fue denominada por Rolleri y Criado Roque (1968) e Yrigoyen (1975) como "dorsal del Desaguadero" o "umbral del Desaguadero". Remanentes de dicha cadena son los asomos aislados, tal es el caso del cerro Guayaguas y la sierra del Gigante (Bossi 1976, Bossi *et al.* 1976, Schmidt *et al.* 1995, Gardini *et al.* 2002b). A juzgar por la composición de las unidades psefiticas aflorantes en las secuencias cretácicas, se puede argumentar que tales bloques estaban conformados esencialmente por rocas del basamento cristalino de Sierras Pampeanas, metamorfitas y escasos granitos, y también unidades sedimentarias actualmente no aflorantes (Rivarola 1999).

Durante el Neógeno el segmento de la placa de Nazca ubicado entre los 27° y 33°S desarrolló una subducción subhorizontal generando una importante actividad tectónica con elevada sismicidad y el alzamiento de las Sierras Pampeanas (Smalley *et al.* 1993). Durante esta etapa se produjo la estructuración de las serranías occidentales y la inversión tectónica de las cuencas mesozoicas (Schmidt *et al.* 1995, Costa *et al.* 1995, Gardini *et al.* 2002 a y b). Estos esfuerzos compresivos son responsables de la deformación de piel gruesa desarrollada a lo largo de numerosos planos de corrimientos de dirección norte-noroeste (Camino 1979). El estilo de deformación es visible tanto en el sector

norte de la sierra de Guayaguas, como en varios sectores más al sur y también en líneas sísmicas (Figs. 4 y 6).

Gardini *et al.* (2002a) y Candela (2005), señalan que el sector aldeaño al cerro Guayaguas corresponde al único lugar en toda la cuenca en donde se observa al basamento cristalino en contacto con secuencias triásicas. En la sierra del Gigante se observa la relación del basamento cristalino y las secuencias cretácicas, en este caso con geometrías estructurales más simples

Las secuencias triásicas del Grupo Marayes desarrollan una serie de pliegues anticlinales y sinclinales al norte y sur del cerro Guayaguas. Sus ejes se orientan submeridianamente, con terminaciones periclinales al norte y sur en los extremos septentrional y austral del cerro, respectivamente. Estas estructuras marcan un cambio geométrico notable con respecto a las estructuras de las secuencias cretácicas suprayacentes (Grupo El Gigante), reconocidas en el sector de la estancia Guayaguas y en el Abra de Los Colorados. Estos pliegues se transforman en suaves alabeos de la secuencia en el borde occidental, hasta alcanzar la zona de falla donde, por efectos de la cizalla son acomodados paralelamente a la dirección del transporte tectónico la cual es aproximadamente hacia el oeste.

La deformación neógena generó además cizalla en el basamento en el borde oriental del cerro Guayaguas y el arrastre en depósitos conglomerádicos basales donde se observa un aumento en la inclinación de 40° hasta 70° al este. Las evidencias mencionadas permiten interpretar la zona como un retrocorrimiento (Schmidt *et al.* 1995, Gardini *et al.* 2002 b y Candela 2005) asociado al sistema de fallamiento principal de la cuenca.

## ESTRUCTURA

### Estructura del basamento cristalino

El basamento cristalino que aflora en el área de trabajo se atribuye al Grupo Valle Fértil; se presenta en una serie de cuerpos montañosos bajos, incluidos en la

denominación de serranías del Desierto por Castro de Machuca (1991) y corresponderían a la prolongación meridional del sistema Valle Fértil.

De norte a sur se reconocen las sierras de las Imanas, cerros La Carretilla y del Estanque; están compuestas principalmente por rocas metamórficas que presentan una foliación de orientación variable por sectores, con direcciones NE (30°/63°SE, 40°/55°SE) y NO (320°/98°NE).

La estructura del basamento cristalino se caracteriza además por pliegues de flujo, de acostados a inclinados, anisopáquicos, subsoclinales a isoclinales, asimétricos, con ejes de azimut medio 320° y vergencia al suroeste. Poseen longitudes de onda de algunos centímetros a 3 metros como máximo. En menor proporción se observan pliegues mesoscópicos con ejes de direcciones cambiantes que generan antiformal y sinformas.

Los pliegues de tamaño métrico poseen internamente pliegues de orden menor con direcciones 124° y 160° a 170° con inclinaciones entre 4° y 20°, los cuales poseen vergencia al noreste y que corresponderían a las estructuras más antiguas del ciclo pampeano. Estas, en su interacción con las estructuras más modernas de dirección NO generan figuras de interferencia tipo 3.

En asociación a las estructuras de plegamiento descrito se reconocen tres superficies "S" con las siguientes actitudes y posiciones cronológicas: S1: 340° a 357°/40° a 50°NE S2: 330° / 34°NE y S3: 15° a 350° / 19SE.

### Plegamiento de las secuencias triásicas

Uno de los rasgos más destacable del área de estudio es la importante deformación que presentan los depósitos triásicos pertenecientes a la Formación Carrizal y Quebrada del Barro, en contraste con los depósitos cretácicos pertenecientes al Grupo El Gigante.

Los depósitos triásicos se encuentran ubicados en una franja de afloramientos entre el basamento y las secuencias cretácicas y se caracteriza por presentar plie-

gues anticlinales y sinclinales meso a macroscópicos.

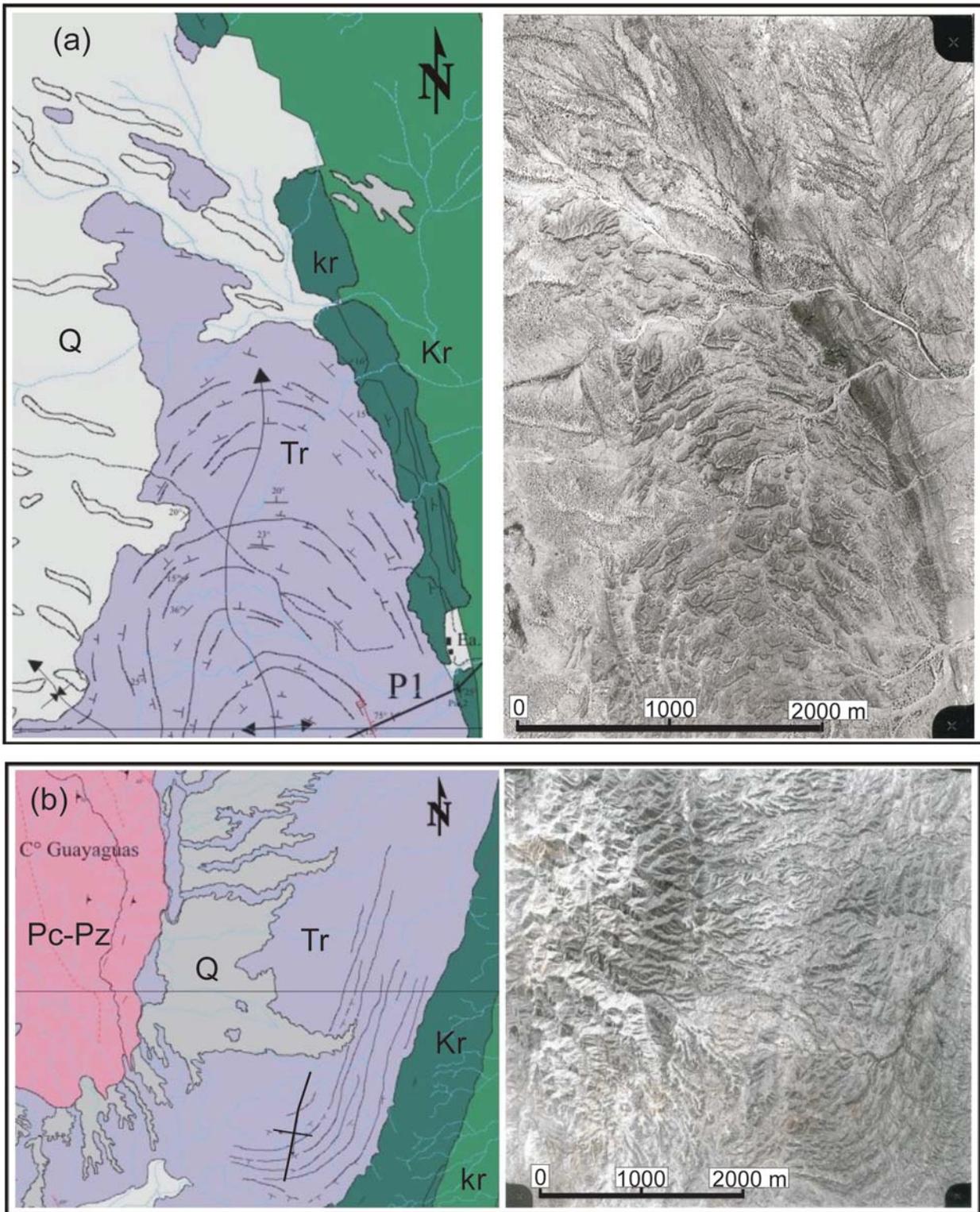
Las estructuras más relevantes se encuentran al este del cerro Guayaguas, donde se reconoce un macropliegue anticlinal levemente asimétrico con suave vergencia al este. Se caracteriza por ser del tipo armónico, desigual, abierto a suave, con actitud del plano axial y del eje de tipo inclinado con inmersión al norte (Fig. 3a).

En el sector del Abra de Los Colorados, se observa la culminación austral de la misma estructura, la cual se reconstruyó principalmente a partir de la fotointerpretación debido a la dificultad de acceso y a la mala calidad de los afloramientos. Se interpreta como un macropliegue simétrico recto con inmersión al sur, abierto a suave (Fig. 3b). Esta estructura posee una longitud total de 13 km aproximadamente, conformando un braquianticlinal con terminaciones periclinales (Fig. 1).

### Plegamiento de las secuencias cretácicas

Las secuencias cretácicas del Grupo El Gigante se manifiestan como un festón meridiano que acompaña a los depósitos triásicos desde el norte, los corona y cubre por completo en el Abra de Los Colorados (Gardini *et al.* 2002a). Acompaña conformando parte de la macroestructura de éstas serranías que se caracteriza en su conjunto por un pliegue anticlinal con disposición general nor-noroeste, vinculado principalmente con la falla Valle Fértil-Desaguadero. Este pliegue es levemente asimétrico, presenta vergencia occidental y buena continuidad en su flanco oriental. El mismo posee una orientación variable de 350°/25°NE y 5°/25°SE. En el sector de Abra de Los Colorados, las secuencias cretácicas presentan una actitud de 42°/25°SE para terminar con inclinaciones subhorizontales al S y SO. Hacia el frente la estructura se interrumpe por efectos de la erosión debido a la interacción con el núcleo del basamento que constituye el cerro Guayaguas.

El contacto entre las secuencias triásicas y cretácicas en el reconocimiento me-



**Figura 3:** Pliegues generados en los depósitos triásicos: a) Anticlinal del sector de la estancia Guayaguas; b) Anticlinal del sector del Abra de Los Colorados. Q: Cuaternario, Tr: Triásico, Kr: Cretácico, P1: Perfiles

dante fotografías aéreas muestra una aparente discordancia, sin embargo las observaciones de campo demuestran la

existencia de una paraconcordancia. Cabe recordar que el estilo tectónico que gobernó durante el Triásico y el Cretá-

cico fue de características similares, de tipo extensional, por lo que desde este punto de vista es también lógico esperar

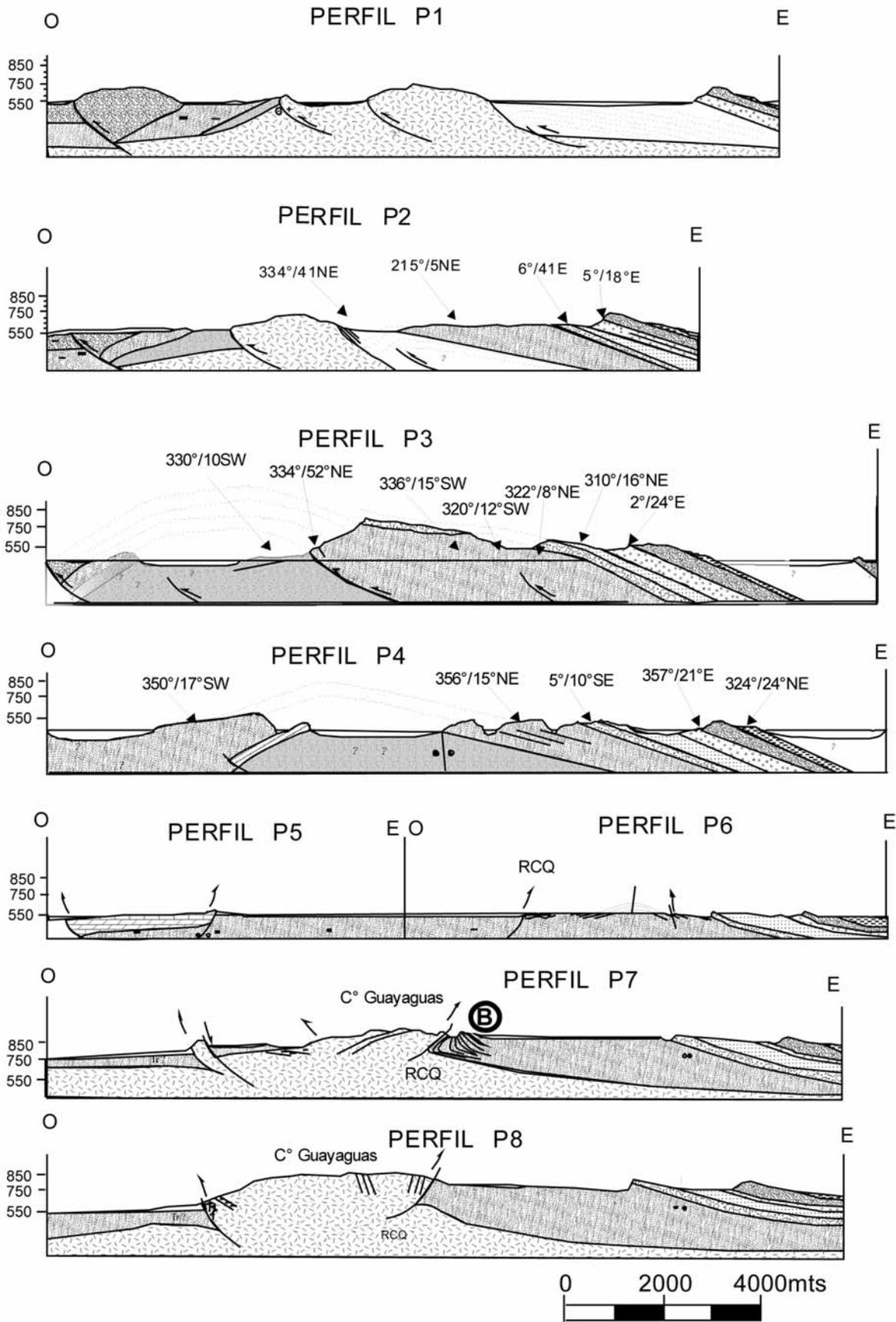


Figura 4: Perfiles estructurales perpendiculares a las estructuras principales. Para ubicación véase Fig. 1.

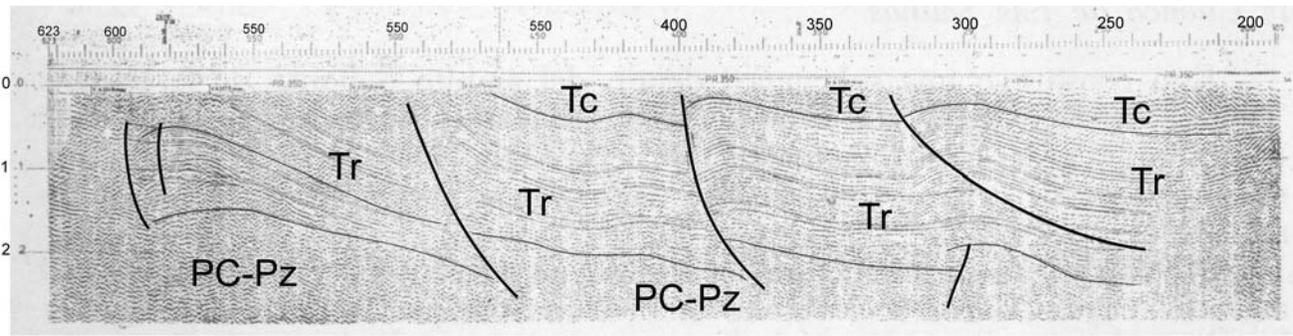


Figura 5: Línea sísmica E-O de la cuenca de Las Salinas, donde se observa el diseño de fallas andinas deformando las secuencias sedimentarias (según Criado Roque *et al.* 1981).

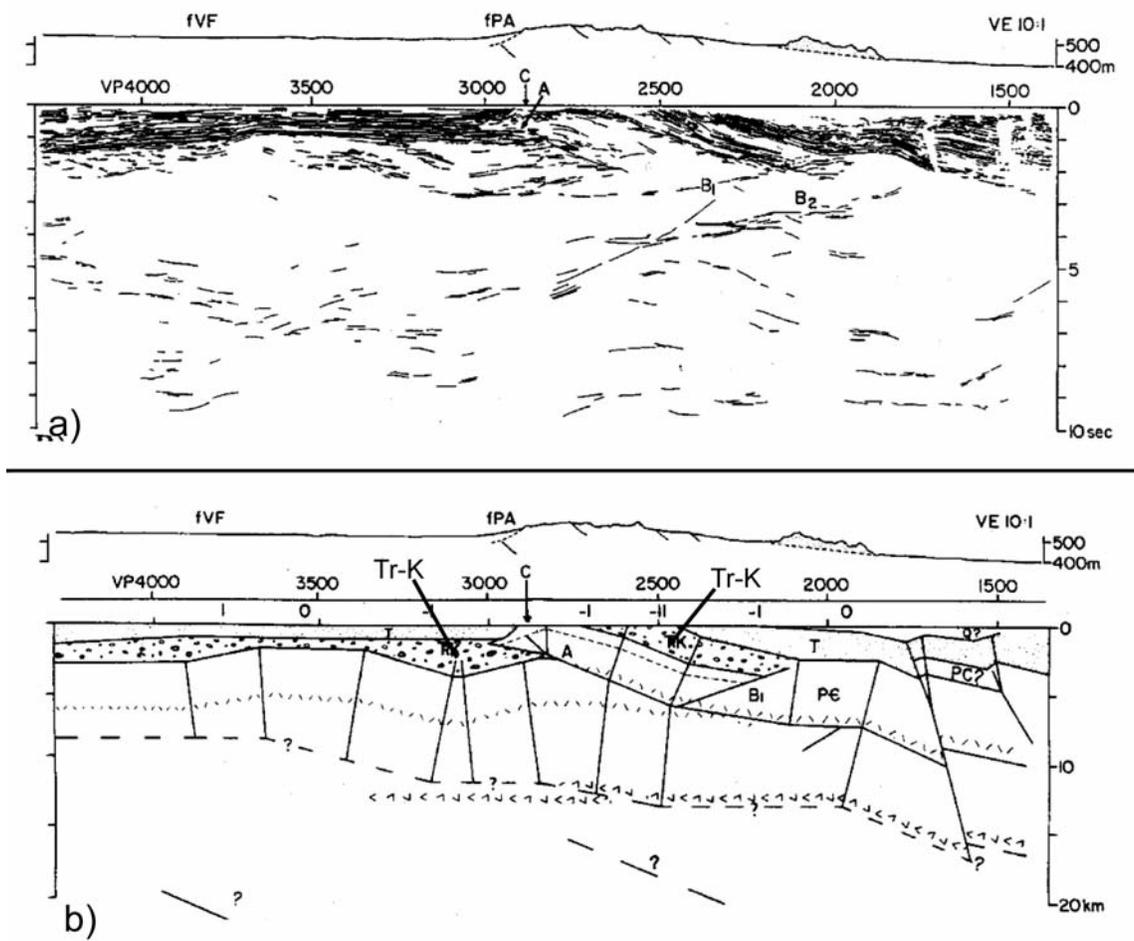


Figura 6: a) Línea sísmica ubicada al norte del cerro Guayaguas (según Snyder *et al.* 1990). b) Interpretación. fVF: Falla de Valle Fértil, fPA: Falla Pan de Azúcar, A: Corrimiento buzante al este, B: Fallas normales inclinadas al oeste, C: Fallas de rumbo.

que no existan discontinuidades estratigráficas angulares muy evidentes en los afloramientos.

La estructura principal de la sierra de Guayaguas-Cantantal, se interpreta como un anticlinal asimétrico, con vergencia occidental, correspondiéndose con la macroestructura que presentan en general las serranías occidentales. Esta estructura presenta un rumbo general NNO,

con inmersión de su eje bien visible hacia el sur y cambios locales de inmersión hacia el norte en las estructuras menores. Gran parte de la geometría del sector occidental ha sido interpretado en base a datos aislados, correlación con otros sectores aledaños y comparación con diseños de líneas sísmicas.

Los perfiles estructurales oeste-este, realizados en el área de trabajo (Fig. 4) mues-

tra geometrías asociadas a la estructura anticlinal principal. En el sector norte aflora el núcleo de basamento cristalino, correspondiente a la culminación de la sierra de Valle Fértil, en tanto que en el sur la estructura esta condicionada por la presencia del cerro Guayaguas.

En el perfil P3, se observa un plegamiento originado por la propagación del corrimiento El Gigantillo, el cual genera un

sinclinal menor en el bloque levantado. Hacia el oriente la estructura se complementa con un anticlinal cuyo eje presenta un rumbo NNO. De igual manera el bloque bajo se deforma por arrastre acomodándose a la base del corrimiento.

En los perfiles P1 y P2, se ha podido reconstruir la geometría en el sector E, mediante datos de superficies y de sísmica (Fig. 5). La línea sísmica utilizada ha sido interpretada por Ramos (1968), en la cual se observan pliegues por propagación de falla asimétricos con flancos occidentales abruptos y orientales suaves. Tanto los pliegues como las fallas presentan una vergencia al oeste.

### Estructuras del dominio frágil

Las fallas identificadas poseen direcciones preferenciales NO y N y en menor medida NE.

En el área de estudio se pudieron identificar diferentes segmentos de fallas de aparición saltuaria, que dejan su expresión en lomadas aisladas y cuya correlación es dificultosa. Estas fallas tienen un rumbo general norte-sur a noroeste-sureste (Fig. 1).

La región se encuentra afectada por tres fallas regionales: Valle Fértil, Pan de Azúcar y Rickard (Bossi 1976), las cuales fueron correlacionadas en profundidad por Snyder *et al.* (1990) (Fig. 6). De las tres estructuras mencionadas sólo la última presenta expresión superficial en toda la región y la falla Pan de Azúcar solo aflora en el extremo norte del sector estudiado (Fig. 1).

### Falla Rickard

La traza aflorante de la falla Rickard fue mapeada por Bossi *et al.* (1976) en Marayes. Esta falla pone en contacto rocas del basamento cristalino con rocas triásicas de la Formación Carrizal. La traza de la falla ha sido reconocida en distintos segmentos y correlacionada a lo largo del sector de estudio con un diseño sinusoidal. Puede establecerse que ha tenido una historia prolongada con movimientos diversos a lo largo de su traza. En los extremos afecta a rocas de basamento y en el

sector intermedio produce deformaciones diversas en rocas volcánicas y sedimentarias triásicas y cretácicas. Para su mejor caracterización se ha estudiado esta falla a través del análisis de los distintos segmentos aflorantes.

*Segmento Cerro La Carretilla (SCA):* Los planos de cizalla relevados en el cerro La Carretilla muestran valores de rumbo 320° a 325° con buzamientos de 46° a 69°NE. Esta estructura produce la deformación principal de carácter inverso a la que se le asocian un sistema de fallas normales de orientación ONO con una importante componente transcurrente sinistral, la cual se acentúa en las estructuras presentes más al sur (Fig. 7).

*Segmento Gigantillo (SGI):* Hacia el sur esta falla pierde expresión y vuelve a reconocerse recién en la base del cerro El Gigantillo, en su ladera occidental, sector donde Agüera (2005) la denominó corrimiento El Gigantillo. El perfil estructural P3 (Fig. 4) muestra el corrimiento con buzamiento al este que deforma la secuencia generando un sinclinal en el techo del corrimiento. Se reconoce un resalto morfológico importante y de disposición noroeste-sureste, muy recto, que se pierde hacia el norte y el sur, probablemente por atenuación del rechazo y/o la presencia de capas más friables. Hacia el sur se manifiesta como un lineamiento importante con muy buena expresión morfológica, afectando a la Formación Quebrada del Barro. Posee un rumbo noroeste y una componente de desplazamiento transcurrente sinistral aparente reconocible de aproximadamente 700 metros. Hacia el sur se puede seguir su trazo en las imágenes satelitales y en fotografías aéreas, aunque en el campo carece de expresión.

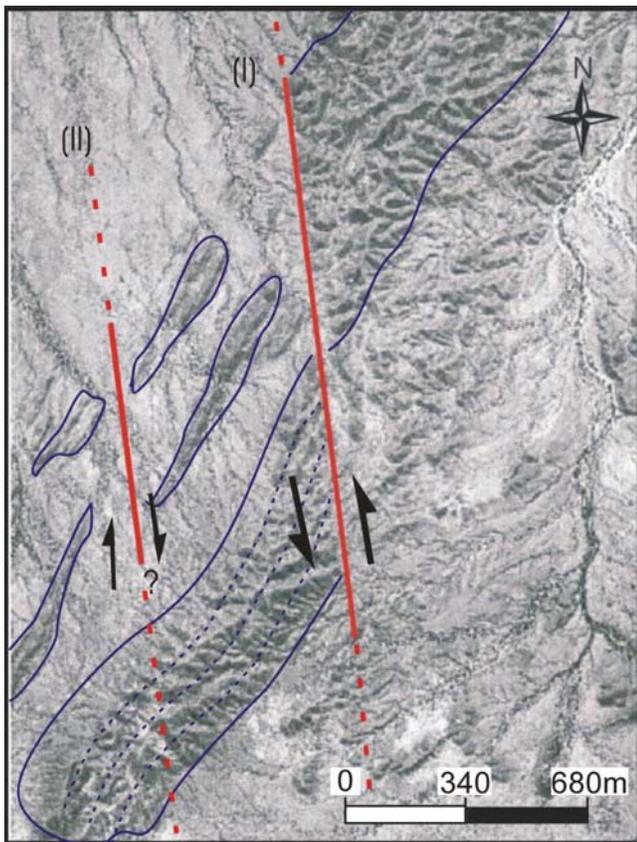
Se reconoce un lineamiento paralelo a la falla principal, ubicado al sudoeste, que indica un movimiento transcurrente dextral, al que se le asocia una flexura en la estratificación que es coherente con el movimiento.

*Segmento Las Catitas (SLC):* El presente segmento se desarrolla en el flanco este del cerro Morado y de la loma de las

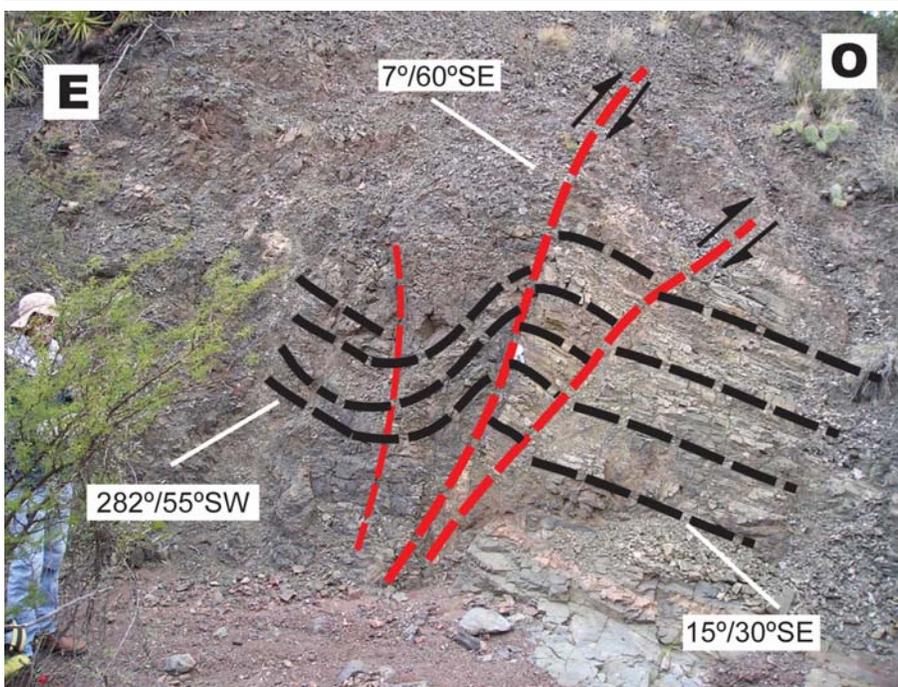
Catitas, sector donde se reconoce un resalto prominente con bloque elevado al oeste. Presenta un azimut de 2°/ 68°SE y un trazo discontinuo observable en fotografías aéreas. En el sector del cerro Morado afecta a rocas volcánicas de composición riolítica, que presentan una azimut de 293°/ 32°SO. En el sector de la loma de Las Catitas afecta a rocas sedimentarias del Triásico cuyas características no son correlacionables con ninguna de las unidades reconocidas en el área (Candela 2005). Esta unidad posee una azimut de 330°/ 56°SO en el sector de falla, mientras que al oeste cambian su actitud de 310°/ 45°SO a 285°/ 45°SO. De esta manera se interpreta que la geometría que presenta el segmento Las Catitas se habría comportado como una falla de alto ángulo con movimientos dextrales que habrían provocado el arrastre de las areniscas generando una importante flexura.

*Segmento Guayaguas (SGU):* En el sector del cerro Guayaguas, esta falla se bifurca en dos ramas delimitando un bloque aislado de basamento y luego continúa hacia el sur definiendo el límite occidental del cerro. Se corresponde con una falla inversa con una componente transcurrente dextral, con orientación de 7°/ 60° E y un *rake* de 82° N. Esta falla afecta al basamento ubicado al oeste del cerro Guayaguas (Fig. 8). Los efectos de la cizalla dislocan el basamento y provoca una generalizada molienda, perturbando la foliación. Ejemplos de ello se observa en las quebradas menores, donde se aprecia la geometría de las fallas secundarias asociadas al corrimiento principal.

En el borde oeste del cerro Guayaguas, esta estructura se manifiesta como una falla dextral inversa con desarrollo de una importante zona de cizalla de alto ángulo que afecta al basamento y genera una brecha color pardo oscura con clastos blancos de gneises y cuarcitas. Posee una morfología positiva debido al proceso de fusión por fricción dando un aspecto soldado que da gran tenacidad. Los clastos se presentan parcialmente angulosos a subredondeados inmersos en una pasta afanítica color pardo rojiza muy tenaz. La



**Figura 7:** Vista aérea de las falla Rickard mostrando un segmento con desplazamiento transcurriente en la zona al sur del cerro el Gigantillo afectando secuencias triásicas. I: Falla con movimiento sinistral, II: Falla secundaria con movimiento dextral.



**Figura 8:** Segmento Guayaguas de la falla Rickard controlado por estructuras previas en el basamento.

zona de cizalla presenta actitudes variables entre  $290^\circ$  y  $320^\circ$  con  $50^\circ$  a  $64^\circ$  de inclinación al NE.

*Ramal secundario Los Espinillos (LES):* Es una falla normal que se ubica al este del segmento Guayaguas, es subparalela y de

forma sinuosa. Presenta una actitud general de  $339^\circ/64^\circ$  NE y pone en contacto rocas del basamento y sedimentitas triásicas de la Formación Quebrada del Barro, (Fig. 9), posee carácter extensional y se extiende hacia al norte uniéndose a la falla Rickard (Gardini *et al.* 2002a). Dicha falla eleva diferencialmente un bloque de basamento que sirvió de borde a la secuencia triásica, prueba de ello son los depósitos conglomerádicos de gran tamaño, producto de aportes locales.

#### Falla Pan de Azúcar

Esta falla posee expresión superficial únicamente en el sector norte, generando un escarpe marcado que expone los depósitos cretácicos del cerro Morado. En dicho sector la estratificación que posee un rumbo submeridiano sufren un arqueamiento hacia el noroeste y culminan bruscamente sobre el trazo de la falla como puede verse en la figura 1 y en el perfil P1 de la figura 4.

Al norte de los  $31^\circ$ S dicha estructura constituye el límite occidental de los afloramientos de la Formación Quebrada del Barro (Vujovich *et al.* 2007) y se continúa más hacia el norte por el borde de la sierra de Valle Fértil con expresión en el piedemonte, afectando a los abanicos aluviales.

Hacia el sur la Falla Pan de Azúcar no posee expresión, según se observa en las correlaciones realizadas por Snyder (1990), se continuaría con un diseño subparalelo a la falla Richard en el subsuelo de la pampa del Aterrizaje. Se interpreta su existencia en cercanías del Cerro Morado y su actividad habría generado dicha morfología. Esta falla constituiría el límite de los actuales afloramientos triásicos y cretácicos de la cuenca en respuesta a una importante zona de inversión del relieve.

#### Corrimiento Corral Quemado

Se encuentra ubicado en el flanco oriental del cerro Guayaguas. Presenta una expresión superficial limitada a 4 km y su culminación coincide con los asomos del basamento. Es una falla inversa con componente sinistral que presenta una im-

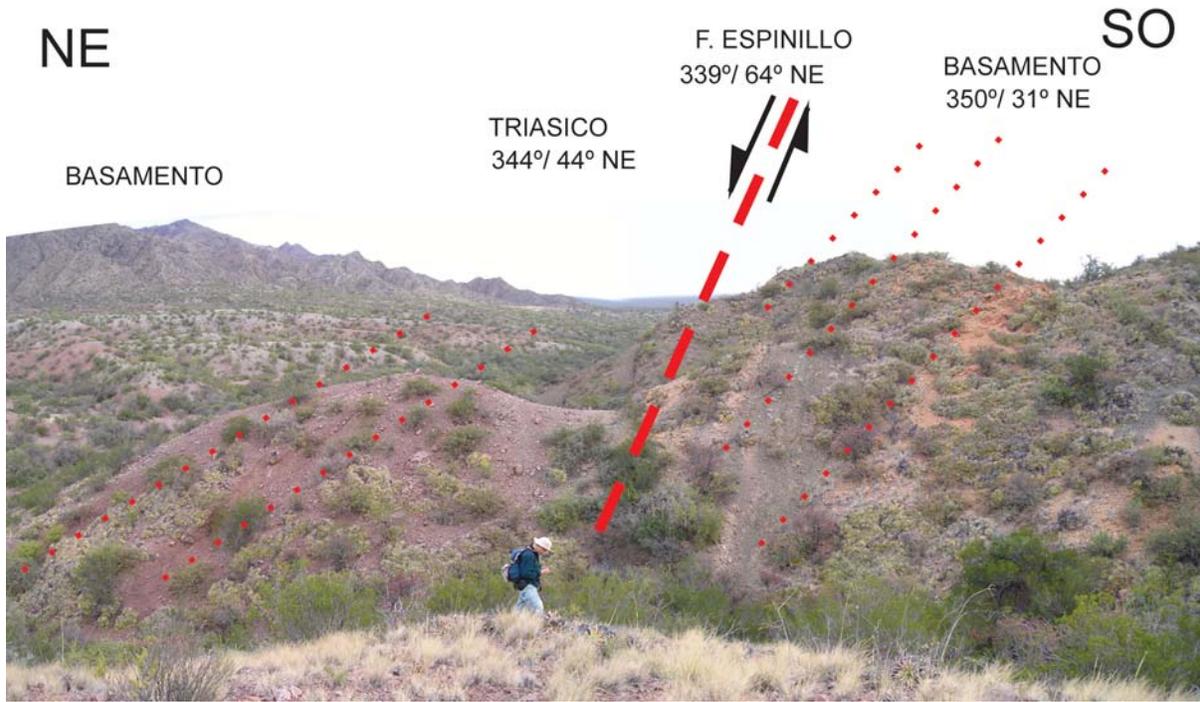


Figura 9: Vista de la morfología generada por la falla Espinillos, que pone en contacto el basamento con los depósitos triásicos de la Formación Quebrada del Barro.

portante zona de cizalla afectando tanto a gneisses y milonitas, como también a conglomerados y pelitas de la Formación Quebrada del Barro (Fig. 10) y a volcánitas intercaladas en los paquetes sedimentarios. Estas últimas experimentan un importante cambio en la inclinación de la estratificación. De este a oeste los buzamientos aumentan de 30° a 70°E, para luego culminar invertidos con valores de 27°O, adoptando un rumbo paralelo a la dirección del corrimiento, (Fig. 11). La zona de cizalla presenta los siguientes valores de actitud: 320°/ 40°SO, 340°/ 29°SO mientras que hacia el norte la falla presenta valores de 350°/ 41°SO, cuyas estrías poseen un rake de 26°NO.

El trazo del corrimiento podría continuar hacia el norte en el subsuelo y de esta manera podría explicar la deformación observada en el sector central del área, a partir de donde iría atenuándose, tal como puede observarse en el perfil P6.

## DISCUSIÓN

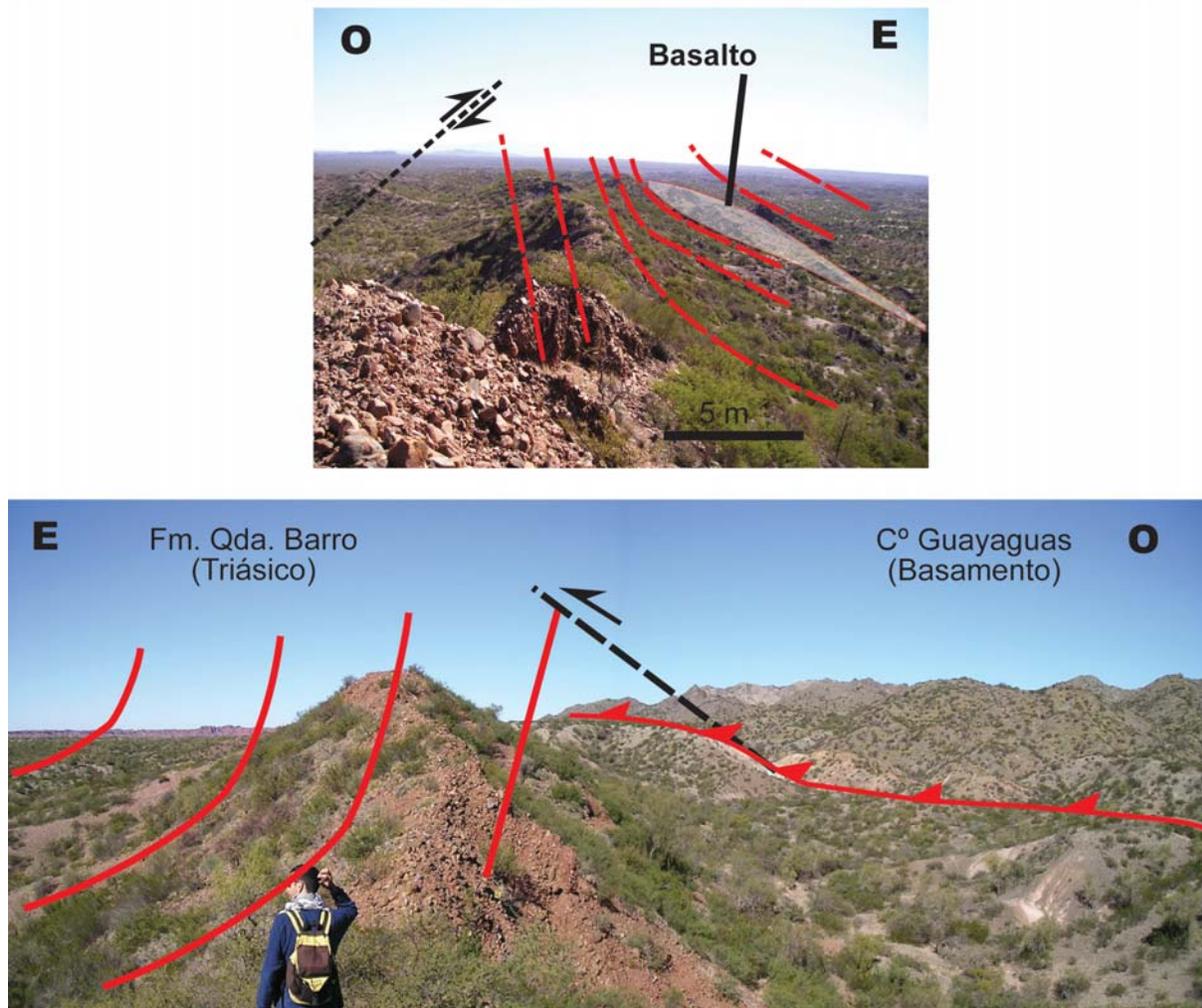
El alto grado de friabilidad de las rocas principalmente triásicas y la baja intensi-



Figura 10: Aspecto que presentan las sedimentitas triásicas (abajo) sobrecorridas por gneisses y milonitas del basamento (arriba) como producto del retrocorrimiento Corral Quemado.

dad del plegamiento atentan contra la preservación de los elementos morfotectónicos y estructurales del lugar. Sin embargo a partir de los datos estructurales de superficie y su correlación en profun-

dad se interpreta que en el sector mantiene la geometría de pliegues por propagación de falla con características similares a otros sectores de la cuenca, pero con complicaciones propias de las es-



**Figura 11:** Vistas panorámicas del retrocorrimento Corral Quemado. Se destaca el cambio en el valor de inclinación de la estratificación de la Formación Quebrada del Barro como producto de la deformación.

estructuras frágiles y la cercanía del basamento involucrado. Esta estructura se originó como una respuesta a los esfuerzos compresivos neógenos que produjeron la inversión de la cuenca (Uliana *et al.* 1989, Schmidt *et al.* 1995).

De norte a sur se reconocen las sierras de las Imanas, cerros La Carretilla y del Estanque; están compuestas principalmente por rocas metamórficas que presentan una foliación de orientación variable por sectores, con direcciones NE ( $30^{\circ}/63^{\circ}$  SE,  $40^{\circ}/55^{\circ}$ SE) y NO ( $320^{\circ}/98^{\circ}$ NE). Estos valores son coincidentes con las observaciones que realiza Castro de Machuca (1991), en la foliación de gneises y migmatitas. La misma autora describe la existencia de antiguas zonas de falla de edad precámbrica superior - paleozoica

inferior, subparalelas con rumbo noroeste y buzamientos al oeste que desarrollan zonas de milonitización que han provocado la repetición tectónica de las litologías sobreponiendo las anfibolitas sobre gneises y migmatitas. En la zona del cerro Guayaguas la foliación posee  $65^{\circ}/29^{\circ}$ SE con movimiento dextral inverso según lineaciones de  $55^{\circ}$ SO.

Castro de Machuca y Pontoriero (1997) mencionan que las metamorfitas del cerro Guayaguas experimentaron una profunda deformación dúctil, con desarrollo de una foliación milonítica de carácter penetrativo, bandeamiento, estructuras porfiroclásticas de ojos y que la foliación tiene un azimut promedio N  $325^{\circ}$  con un buzamiento medio de  $60^{\circ}$ NE. El bandeamiento milonítico se encuentra afectado además por

micropliegues con ejes submeridianos de actitud  $170^{\circ}/26^{\circ}$ . Castro de Machuca (1991), indica que las rocas cataclásticas como brechas de falla, microbrechas y cataclistas se han desarrollado a lo largo del recorrido de estas discontinuidades.

Se puede apreciar que la deformación neógena ha provocado desacoples y plegamientos de marcada intensidad, el área norte posee menor deformación con pliegues más suaves, probablemente por la culminación norte de la cuenca y la aparición del basamento.

En líneas generales las diferentes estructuras descritas responden a un sistema principal de esfuerzos regionales compresivos de dirección noreste-suroeste, hecho que explica la presencia de: 1) Las fallas principales Pan de Azúcar y Richard;

2) los plegamientos asociados, cuyos ejes están dispuestos con rumbo general noroeste; 3) Lo pliegues menores y fallas extensionales oblicuas a la dirección de los corrimientos principales (noroeste) (Agüera 2005, Agüera *et al.* 2006).

La dirección del esfuerzo principal noreste suroeste es coincidente con la dirección de esfuerzos que propone Candela (2005) y que produce el plegamiento principal de la sierra de Guayaguas.

Sin embargo en los límites norte y sur del área de trabajo, existen estructuras con componente transcurrente que no responden a la dirección principal de esfuerzo establecida anteriormente. Por tal motivo se observa la coexistencia de estructuras con una fuerte componente dextral, generando movimiento de rumbo en la falla Rickard en el segmento Las Catitas - Guayaguas, y por sectores transtensión, tal como se observa en las estructuras dispuestas en la zona del Estanque (Figs. 1 y 4). Se postula que estas estructuras transcurrentes transversales descritas estarían asociadas a los movimientos regionales de tipo horizontal que habría sufrido la falla Valle Fértil

Según Japas *et al.* (2002) y Ré *et al.* (2006) la falla Valle Fértil forma parte de los lineamientos NNO definidos a partir de inflexiones sinestras que se corresponden con rotaciones antihorarias. Coincide con la distribución alineada de los focos sísmicos registrados en corteza continental y con alineamientos de patrones de rotaciones paleomagnéticas y de orientación de ejes de acortamiento particulares. Se han definido lineamientos cinemáticos sobre la base de análisis de fábricas los cuales se corresponderían con estructuras del tipo  $c/c'$  y su conjugado.

Del análisis comparativo realizado con la línea sísmica interpretada por Snyder (1990) se pueden definir cuatro fallas principales asociadas a las direcciones de esfuerzo registrado en el área. La primera y principal se encuentra fuera del área de trabajo y corresponde a la Falla Valle Fértil (Fig. 5). La falla Pan de Azúcar posee una geometría de corrimiento de importancia en la inversión tectónica

de la cuenca, a pesar de que no se manifieste actualmente en superficie por el bajo ángulo de su geometría. La falla Rickard y el retrocorrimiento Corral Quemado que deforma el sector oriental de la secuencia mesozoica poseen componentes transcurrentes.

Ramos (en Snyder *et al.* 1990) describe desplazamientos transcurrentes sinestrales de varios kilómetros en el sector norte. En el Segmento La Carretilla presenta carácter inverso con buzamientos de  $46^\circ$  a  $69^\circ$  con una asociación de fallas normales con componentes transcurrentes sinestrales. Al sur del cerro Gigantillo se reconocen movimientos transcurrentes sinestrales de centenas de metros. En el segmento Las Catitas la falla posee desplazamientos dextrales de bajo ángulo. En el segmento Guayaguas el movimiento es principalmente inverso con una transcurrancia dextral y continúa hacia el sur con similar comportamiento.

Estos cambios indican que la zona habría sufrido desplazamientos diferenciales que se manifiestan en movimientos contrapuestos al norte y sur del área de estudio, o que la zona ha sufrido cambios en la dirección de esfuerzos y las estructuras reconocidas corresponden a eventos diferentes (Agüera 2005).

Japas y Re (2006) determinaron que en este sector los valores de rotación reflejarían la presencia de una faja de deformación NNE dextral previa. Concluyen además que el patrón de rotaciones tectónicas andinas con una deformación heterogénea y un sistema altamente anisotrópico produce acomodamientos internos generados para compatibilizar la deformación interna del conjunto.

Schmidt *et al.* (1995) interpretan a esta falla como el principal corrimiento neógeno buzante al este y la consideran como una falla de atajo (*shortcut-fault*).

Según las interpretaciones sísmicas de Snyder *et al.* (1990), el corrimiento principal buzante al este ha sido ubicado al oeste de la sierra de Guayaguas en subsuelo y se ha interpretado como el mayor corrimiento neógeno responsable del levantamiento de ésta sierra y la de Valle Fértil al

norte (Fig. 5).

El corrimiento Corral Quemado es interpretado según Schmidt *et al.* (1995), como un retrocorrimiento asociado al sistema de fallamiento principal de la cuenca, donde la deformación neógena generó además cizalla en el basamento afectando principalmente el borde oriental del cerro Guayaguas y el arrastre en depósitos conglomerádicos basales en los cuales se observa un aumento en la inclinación hasta  $70^\circ$  al este (Gardini *et al.* 2002a).

## CONCLUSIONES

El basamento metamórfico presente en los asomos del área responde a rocas con alta deformación dinámica y deformación dúctil

Las diferentes deformaciones que han afectado las rocas del basamento han generado estructuras de plegamiento con una direcciones preponderantes de azimut  $124^\circ$  y  $170^\circ$  e inclinaciones de  $4^\circ$  a  $20^\circ$ ; poseen vergencia al NE y representan deformaciones pampeanas. Sobre dichas estructura se superpone una nueva con direcciones  $320^\circ$  a  $340^\circ$  con vergencia al oeste.

En asociación a las estructuras de plegamiento pampeano se reconocen tres superficies "S" con las siguientes actitudes: 1)  $340^\circ$  a  $357^\circ / 40^\circ$  a  $50^\circ$  NE 2) S2  $330^\circ / 34^\circ$ NE y 3)  $15^\circ$  a  $350^\circ / 19^\circ$ SE.

La sierra de Guayaguas forma parte del cordón de serranías occidentales- serranías del Desierto. La estructura andina principal de estas serranías corresponde a un pliegue anticlinal, con su eje orientado en dirección nor-noroeste, coincidiendo con el sistema serrano. Corresponde a un pliegue por propagación de falla, vinculado con la falla Pan de Azúcar y respondiendo a la gran zona de debilidad estructurada por la falla Valle Fértil- Desaguadero. El plegamiento se habría generado por esfuerzos compresivos cenozoicos. El fracturamiento del área posee un rumbo general N a NNO y se halla controlado por estructuras previas del basamento.

La secuencia triásica se caracteriza por

presentar pliegues anticlinales y sinclinales de escala decamétrica de tipo simétricos a asimétricos con suave vergencia al este, algunos de ellos interpretados como braquianticlinales.

En el área se reconocieron dos fallas principales que desempeñaron un papel importante en el desarrollo de la cuenca mesozoica y la inversión tectónica de la misma; la falla Pan de Azúcar y la falla Rickard. Como fallas secundarias se reconocen el segmento El Espinillo y el retrocorrimiento Corral Quemado.

La falla Pan de Azúcar constituye el límite occidental de la cuenca triásico-cretácica, a lo largo de la cual se produjo la inversión tectónica de la cuenca y su traza se ubicaría al oeste de los últimos asomos mesozoicos. Su expresión sólo se reconoce en el cerro Morado, al norte del sector estudiado.

La falla Rickard se ubica en el centro del sector estudiado y produce el alzamiento y deformación del basamento y la cobertura mediante fallas y corrimientos de traza sinuosa e inclinación al este. Se reconocen una serie de fallas menores transtensionales.

Las estructuras reconocidas en las secuencias triásicas y cretácicas responden al mismo esquema deformacional y la respuesta diferencial de las secuencias a la deformación andina puede deberse a: 1) la composición litológica que controla el comportamiento mecánico; 2) La cercanía del basamento y 3) la orientación de las capas que localmente forman discordancias suaves.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de San Luis y por el CONICET, instituciones a las cuales los autores expresan su agradecimiento. Los autores agradecen las importantes sugerencias y correcciones realizadas por los Drs. S. Japas y el Dr. F. Hong.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Agüera, M. 2005. Estratigrafía y estructura del

- sector ubicado entre sierra de Guayaguas y sierra de Las Imanas, Provincia de San Juan. Trabajo final de licenciatura, Universidad Nacional de San Luis, (inédito), 184 p., San Luis.
- Agüera, M., Candela, G., Rivarola, D. y Gardini, C. 2004. Facies y Paleambientes Sedimentarios del Grupo El Gigante y la Formación Lagarcito entre el Cerro Guayaguas y Marayes. 10° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 10 - 12, San Luis.
- Agüera, M., Candela, G., Gardini, C. y Rivarola, D. 2006. Estructura e inversión tectónica de la Sierra de Guayaguas - Las Imanas. 13° Reunión Argentina de Tectónica, Acta de Resúmenes: 10, San Luis.
- Arcucci, A., Rivarola, D y Gardini, C. 2002. Una nueva localidad fosilífera de vertebrados en el Mesozoico de la provincia de San Luis, Argentina. 18° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (Bahía Blanca), Ameghiniana, Suplemento Resúmenes 39(4): 5r, Buenos Aires.
- Baldis, B.A.J., Beresi, M., Bordonaro, O. y Vaca A. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 4: 399-495, Buenos Aires.
- Bossi, G. 1976. Geología de la Cuenca de Marayes - El Carrizal (Provincia de San Juan, República Argentina). 6° Congreso Geológico Argentino, Actas 1:23-28.
- Bossi, G., Villanueva García, A., Godeas, M., Kousal, M. I., Lutz, M.A. y Monteros, C. 1975. Análisis estadístico de imbricaciones en la Formación Quebrada del Barro, Marayes, Prov. de San Juan, Argentina. Revista de la Asociación de Mineralogía, Petrología y Sedimentología 6(1-2): 23- 54.
- Bossi, G., Villanueva García, A. y Carrion, M. 1976. Paleocorrientes de la cuenca de Marayes-El Carrizal (Provincia de San Juan, República Argentina). 6° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 23-38.
- Caminos, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. 2° Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 1, p. 255-291, Córdoba.
- Candela, G. 2005. Estratigrafía y estructura de la sierra de Guayaguas. Provincias de San Luis y San Juan. Trabajo final de licenciatura, Universidad Nacional de San Luis, (inédito), 180 p., San Luis.
- Castro de Machuca, B. 1990. El Basamento Precámbrico de la Provincia de San Juan. En Bordonaro, O. (ed.), Geología y recursos naturales de la Provincia de San Juan, 10° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 2-16, San Juan.
- Castro de Machuca, B. 1991. Sierra de la Imanas, San Juan, Argentina: una clave en la geología de las sierras Pampeanas Occidentales. 6° Congreso Geológico Chileno, Actas 1:427-431, Viña del Mar.
- Castro de Machuca, B. y Pontoriero, S. 1997. Litología y Estructura del Cerro Guayaguas, Sierras Pampeanas Occidentales, San Juan, Argentina. 7° Congreso Geológico Chileno, Actas 1:21-25.
- Costa, C., Gardini, C. y Schmidt, C. 1995. La Inversión Tectónica de las Cuencas Mesozoicas del Oeste de San Luis. Taller de Trabajo: Evolución Tectónica de Cuencas de Antepaís, Actas: 6, San Juan.
- Criado Roque, P., Mombrú, C. y Ramos. V.A. 1981b. Estructura e interpretación tectónica. En Irigoyen, M. (ed.) Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis, 8° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 155-192.
- Gardini, C., Ricci, W. y Costa, C. 2006. Estructura de las sierras de Las Quijadas - Cantantal, San Luis. Asociación Geológica Argentina, Serie D: Publicación Especial 6: 70-75
- Gardini, C., Schmidt, C., Costa, C., Ricci, W., Rivarola, D. y Arcucci, A. 2002a. Estructura e inversión tectónica en el área del cerro Guayaguas, Provincia de San Luis y San Juan. 15° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 277-281, Santa Cruz.
- Gardini, C., Costa, C., Schmidt, C. y Rivarola, D. 2002b. Estructuras de las secuencias mesozoicas de la sierra de Guayaguas, deformación neógena? 9° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 23, Córdoba.
- Japas, M.S. y Ré, G.H. 2006. Deformación heterogénea y rotación según ejes verticales: dos ejemplos de los Andes Centrales de Argentina. Asociación Geológica Argentina, Serie D: Publicación Especial 6: 99-106.
- Japas, M.S., Ré, G.H. y Barredo, S.P. 2002. Lineamientos andinos oblicuos (entre 22° S - 33° S): definidos a partir de fábricas tectónicas. I. Fábricas deformacional y de sismicidad. 15° Congreso Geológico Argentino, Actas 1:326-

- 331.
- Jenchen, U. y Rosenfeld, U. 2002. Continental Triassic in Argentina: response to tectonic activity. *Journal of South American Earth Sciences* 15(4): 461-479.
- Maggi, F. 1994. Estratigrafía de las Sedimentitas Mesozoicas al Sur de la Sierra de Guayaguas y Norte de la Sierra de Cantantal, Provincia de San Luis. Argentina. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Luis, (inédito), 143 p., San Luis.
- Manoni, R. 1985. Geología del subsuelo de la Cuenca del Beazley. *Boletín de Informaciones Petroleras YPF*: 34-46.
- Ramos, V. 1968. Descripción geológica de la hoja 20 f. Chepes, Provincia de La Rioja. Servicio Geológico Nacional, (inédito), Buenos Aires.
- Ramos, V. 1999. Rasgos estructurales del territorio Argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Geología Argentina, Anales* 29 (24): 715-784, Buenos Aires.
- Rivarola, D. 1999. Estratigrafía y sedimentología de secuencias cretácicas. Parque Nacional de Las Quijadas. San Luis Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, (inédito), 255 p., Buenos Aires.
- Rivarola, D. y Spalletti, L. 2006. Modelo de sedimentación continental para el rift cretácico de la Argentina central. Ejemplo de la sierra de Las Quijadas, San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61(1): 63 - 80.
- Rivarola, D., Arcucci, A., Gardini, C., Schmidt, C. y Costa, C. 2002. Paleoambiente sedimentario y fósiles de la Formación Quebrada del Barro (Triásico) en las inmediaciones del Cerro Guayaguas. 9º Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 38, Córdoba.
- Rolleri, E. O. y Criado Roque, P. 1968. La cuenca triásica del Norte de Mendoza. Terceras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 1-76, Buenos Aires.
- Schmidt, C., Astini, R., Costa, C., Gardini, C. y Kraemer, P. 1995. Cretaceous Rifting, Alluvial Fan Sedimentation and Neogene Inversion, Southern Sierras Pampeanas, Argentina. En Tankard, A.J., Suarez Soruco, R. y Welsink, H.J. (eds.) *Petroleum basins of South America*, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 341-358.
- Simon, O. y Rosello, E. 1990. Observaciones petrológicas y cinemáticas en las metamorfitas del Cerro Guayaguas, Provincia de San Juan. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 464-468, San Juan.
- Smalley, R., Pujol, J., Regnier, M., Ming Chiu, J., Chatelain, J., Isacks, B., Araujo, M. y Puebla, N. 1993. Basement seismicity beneath the Andean Precordillera thin-skinned thrust belt and implications for crustal and lithospheric behavior. *Tectonics* 12(1): 63-76
- Snyder, D., Ramos, V., Allmendinger, R. 1990. Thick-Skinned deformation observed on deep seismic reflection profiles in western Argentina. *Tectonics* 9: 773-788.
- Spalletti, L. 1999. Cuencas Triásicas del Oeste Argentino: Origen y Evolución. *Acta Geológica Hispana* 32(1997)(1-2): 29-50.
- Uliana, M. A., Biddle, K.T. y Cerdan, J. 1989. Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. En Tankard, A.J., Suarez Soruco, R. y Welsink, H.J. (eds.) *Petroleum basins of South America*, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 599-614.
- Vujovich, G., Chernikoff, C., Tchilinguirian, P., Godeas, M., Marín, G., Pezzutti, N., Sepúlveda, E., López, H., Cardó, R. y Díaz, I., 2007. Hoja Geológica 3166-III, Chepes, Provincias de La Rioja, San Juan y San Luis. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 251, 65 p., Buenos Aires.
- Yrigoyen, M. 1975. La edad cretácica del Grupo del Gigante (San Luis) y su relación con las cuencas circunvecinas. 1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 29-56, Tucumán
- Yrigoyen, M. R. 1981. Síntesis. En Yrigoyen, M. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis*, 8º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 7- 32.
- Yrigoyen, M., Ortiz, A. y Manoni, R. 1989. Cuencas Sedimentarias de San Luis. En G. Chebli y L. Spalletti (eds.) *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, *Correlación Geológica Serie* 6: 203-219, Tucumán.

Recibido: 28 de mayo, 2009

Aceptado: 22 de septiembre, 2009