

Situación Actual - Ubicación.....	2
Introducción.....	2
Marco Geológico Regional.....	3
Geotectónica .....	3
Geología Estructural .....	4
Origen y Evolución de las Cuencas .....	5
Cuenca de Paganzo Carbonífero-Pérmica .....	5
Estratigrafía .....	8
Cuencas Triásicas .....	15
Estratigrafía .....	19
Geología de los Bolsones .....	26
Bolsón de Los Llanos .....	26
Bolsón Pampa de Las Salinas.....	31
Bolsón de Pagancillo .....	32
Sistemas Petroleros Potenciales .....	34
Rocas Madres potenciales .....	34
Potenciales Reservorios.....	34
Potenciales Sellos .....	35
Potencial de Sobrecarga.....	35
Bibliografía útil para el Conocimiento Geológico- Petrolero de la Provincia de La Rioja: .....	37

## Situación Actual - Ubicación

### Introducción

Las comarcas potencialmente útiles para constituir sistemas petroleros dentro de la provincia de La Rioja son aquellas áreas que permanecen deprimidas entre bloques de basamento cristalino que fueron diferencialmente elevados por la tectónica Andina.

Estas zonas se conocen como “Bolsones Intermontanos”, están comprendidos dentro de los límites de las Sierras Pampeanas, e incluyen entre sus depósitos preservados, los remanentes de cuencas sedimentarias de distinto origen y edades. Principalmente rocas neopaleozoicas, mesozoicas y terciarias.

La extensión de estos depocentros, con una orientación general NNO-SSE, excede el territorio de la provincia de La Rioja abarcando además porciones de las vecinas provincias de San Luis y San Juan.<sup>1</sup>

En el presente informe se discriminan tres cuencas sedimentarias con historias geológicas propias, limitadas generalmente por lineamientos tectónicos, ellas son conocidas como: Bolsón de Pagancillo (Cuenca Triásica de Ischigualasto - Villa Unión); Bolsón de los Llanos y Bolsón de Pampa de las Salinas o de Mascasín. (Figura 1).

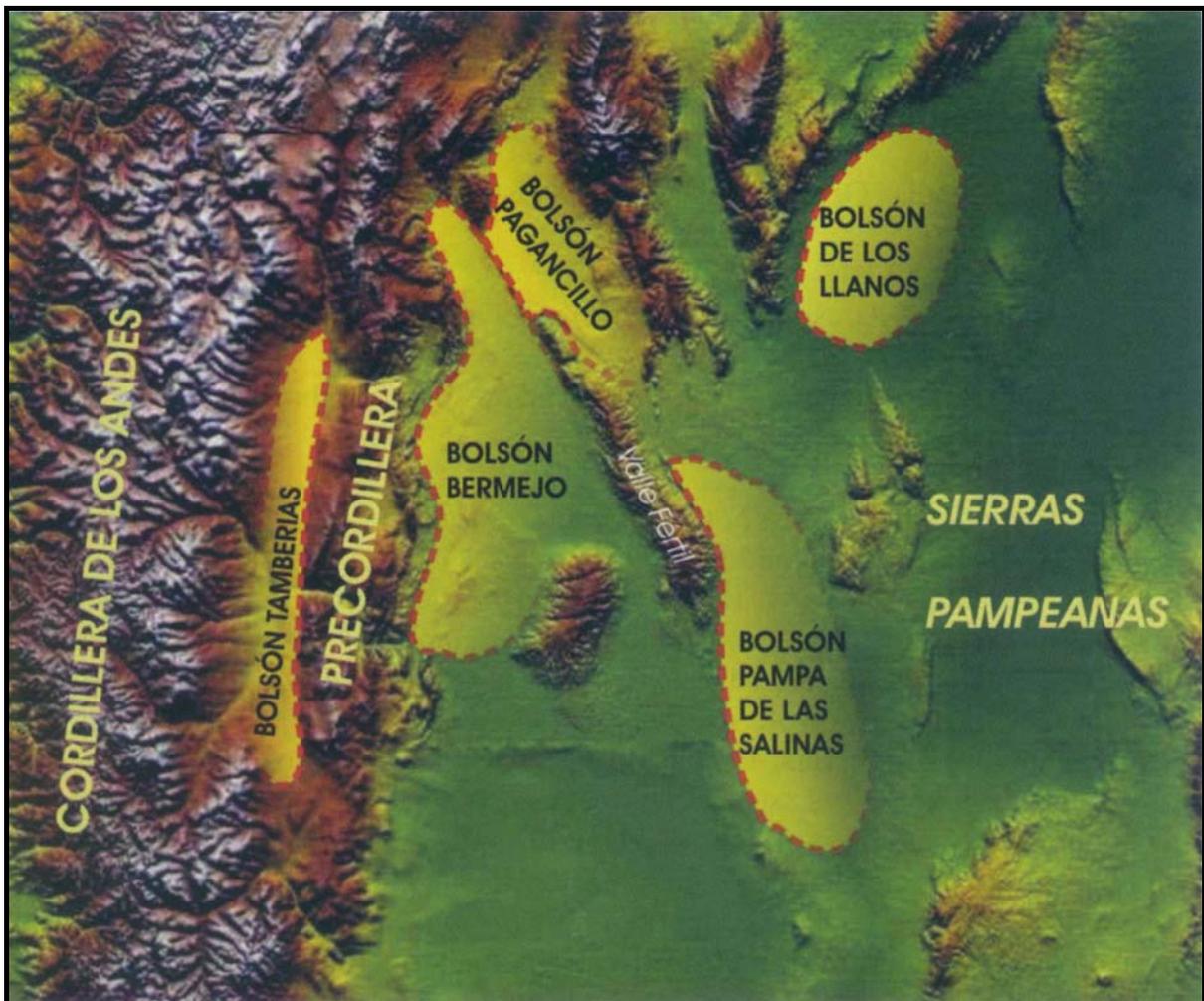


Figura 1: Imagen que muestra la ubicación de los Bolsones Intermontanos de las Sierras Pampeanas de La Rioja, San Juan y San Luis. Tomado de Rosello, et al 2005.

<sup>1</sup> NOTA: En el Servicio Geológico Minero Argentino –SEGEMAR- (Av. Pte. Julio A. Roca 651, Planta Baja, Ciudad de Buenos Aires) se puede adquirir el Mapa Geológico de la Provincia de La Rioja, a escala 1:500.000.

En los últimos 10 años ha sido mínima la actividad exploratoria en la búsqueda de petróleo y gas en las cubetas intermontanas de la provincia de La Rioja.

De los tres bolsones evaluados, solo uno tiene perforado un pozo de estudio (Bolsón de las Salinas), otra cubeta solo dispone de una grilla de sísmica 2d antigua (1977) con un espaciamiento muy amplio (Bolsón de Pagancillo) y la última en cuestión dispone de sísmica 2D que no ha sido procesada ni interpretada oportunamente, sino hasta hace muy poco tiempo y solo para fines académicos (Bolsón de los Llanos).

## Marco Geológico Regional

### Geotectónica

Desde el punto de vista regional, los bolsones intermontanos de la sierras pampeanas se caracterizan por estar insertos sobre la placa continental (Sudamericana), la cual se encuentra sometida a fuerzas compresivas fruto de la subducción de la placa oceánica (Nazca) en una relación de bajo ángulo.

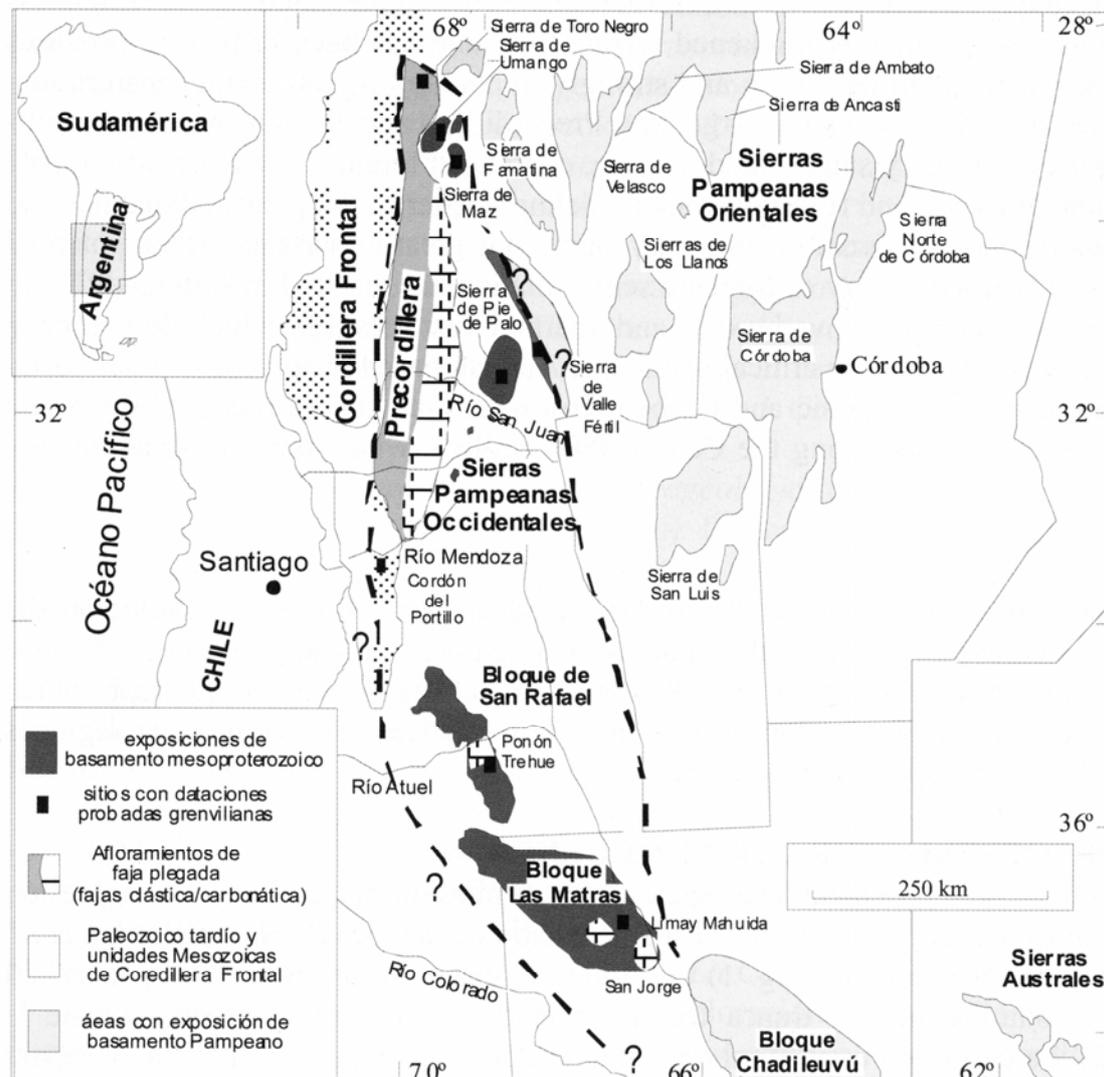
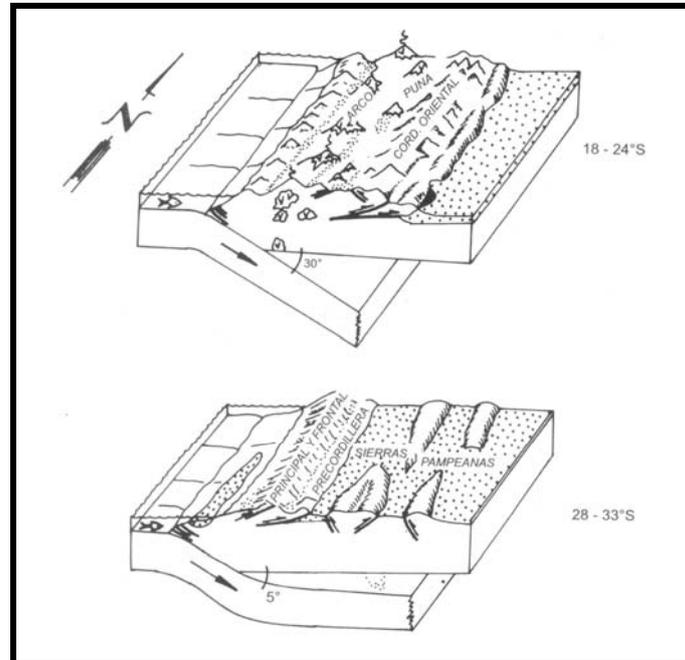


Figura 2: configuración geotectónica y ambientes o provincias geológicas en el centro oeste argentino. (Tomado de Astini et al, 2005).

Esta configuración geotectónica <sup>2</sup> terciaria – actual es la responsable de la deformación andina que implantó el presente estilo estructural de piel gruesa en el ámbito de Sierras Pampeanas. Se trata de bloques de basamento ascendidos, limitados por fracturas que son el resultado de la reactivación terciaria de fallas profundas preexistentes. Esta estructuración afecta y enmascara, todos los eventos tectosedimentarios previos que quedan parcialmente preservados en las depresiones, denominadas bolsones.



**Figura 3: Configuración geotectónica actual, segmentos de diferentes regímenes de subducción a lo largo de los Andes. La configuración inferior es la que se presenta en el área de estudio. (Basado en Jordan et al, 1983 y tomado de Ramos, 1999).**

El principal efecto de la orogenia andina es la generación de cuencas de antepaís generadas por sobrecarga tectónica, rellenas con sedimentos continentales, que se superponen a cuencas sedimentarias previas de origen extensional.

Por debajo de los sedimentos terciarios de antepaís se preservan de modo discontinuo otras sedimentitas depositadas en cuencas extensionales Carboníferas, Pérmicas y Triásicas.

De esta manera, los bolsones preservan características estructurales extensionales heredadas de los procesos paleozoicos - mesozoicos y compresionales de los procesos andinos cenozoicos.

El avance del orógeno hacia el antepaís genera la inversión de sistemas de fallas o zonas de debilidad cortical preexistentes y la subsecuente fragmentación del antepaís dando como resultado la alternancia de bloques de basamento elevados y de bolsones intermontanos preservados (ver figura 3).

## Geología Estructural

Las estructuras evidenciadas dentro de cada bolsón muestran un verdadero mosaico de bloques basculados y rotados submeridionales limitados por fallas inversas de alto ángulo con vergencia andina antitética (hacia el Oeste).

Tal como se dijo previamente, la deformación andina compresiva favorece la reutilización de megafracturas regionales antiguas (con componente oblicua) como por ejemplo

<sup>2</sup> La corteza oceánica fría se está consumiendo actualmente en la trinchera oceánica y penetra rígidamente por debajo de la litósfera continental, la misma transmite los esfuerzos generando un frente de deformación. La intensidad de deformación es variable según la latitud (figura 3).

las fracturas concentradas a lo largo de los lineamientos de Valle Fértil y Tucumán (Rosello et al, 2005).

La deformación principal data de unos 7 Ma, aunque fue más intensa entre 4 y 3,4 Ma. Sin embargo, como se señaló previamente, este fallamiento puede ser considerado activo ya que puede asociarse a la distribución de terremotos, escarpas de fallas en aluvios y morfologías rejuvenecidas.

El lineamiento de Valle Fértil - Desaguadero se dispone con rumbo NNO-SSE a lo largo de unos 700 Km. y está relacionado con la geometría de los Bolsones Pagancillo y Las Salinas-Mascasín. Se lo reconoce tanto en afloramientos como en subsuelo, se evidencia por el alineamiento de numerosos anticlinales, generalmente escalonados, que exhiben en los núcleos sedimentitas neopaleozoicas hacia el norte, o basamento cristalino hacia el Sur.

Los perfiles transversales conceptuales (Figura 4) permiten interpretar diseños de flor positiva con desarrollo asimétrico y marcada vergencia hacia el Oeste. Estas estructuras fueron generadas por inversión o reactivación de fallas normales Triásicas o más antiguas. Cabe aclarar que este lineamiento no solo fue importante en el control en la sedimentación Triásica sino que también fue una importante zona de deformación durante el Precámbrico y Paleozoico.

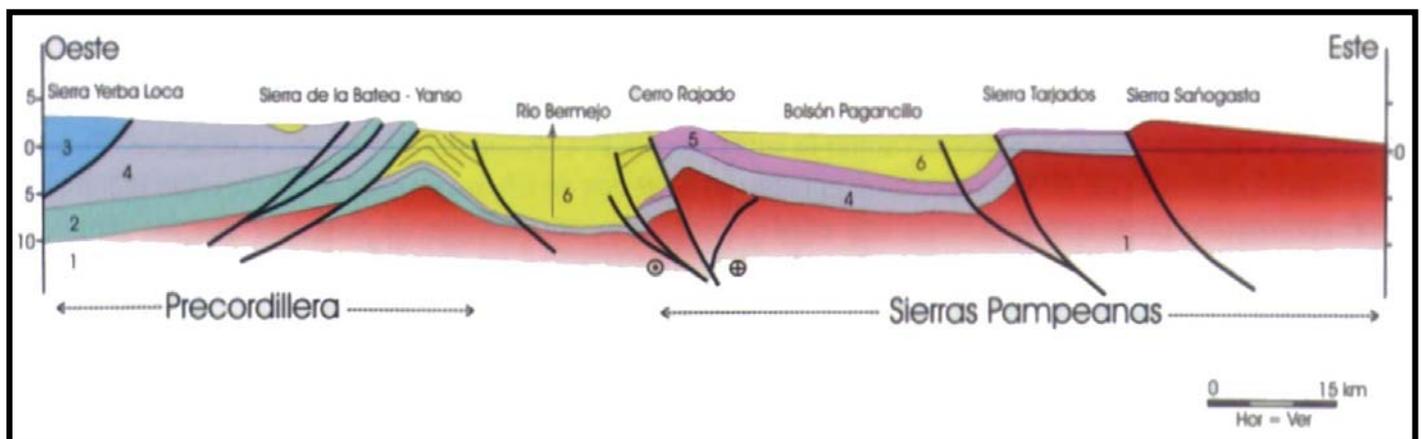


Figura 4: Corte regional sublatitudinal esquemático a través del Lineamiento Valle Fértil. 1, Basamento Cristalino; 2, Cambro-ordovícico de plataforma; 3, Paleozoico inferior marino distal; 4, Paleozoico superior; 5, Mesozoico y 6, Neógeno. Tomado de Rosello et al, 2005.

## Origen y Evolución de las Cuencas

### Cuenca de Paganzo Carbonífero-Pérmica

El nombre Grupo Paganzo se aplica para un conjunto de unidades Neopaleozoicas a Eotriásicas, predominantemente continentales, que sobreyacen dos provincias geológicas diferentes (Precordillera y Sierras Pampeanas, con una posible conexión con la cuenca Chacoparanense en el Pérmico) (Figura 5).

Esta unidad litoestratigráfica es separada generalmente por Azcuy et al, 1999, en dos dominios principales:

- *Dominio Oriental* denominándose de esta manera a la región intermontana que nos ocupa y a la parte oriental de la provincia geológica Precordillera.
- *Dominio Occidental* comprende el ámbito de la Precordillera Occidental y Cordillera Frontal con afinidades predominantemente marinas.

Ambos dominios habrían tenido historias de sedimentación y subsidencia diferentes, pero complementarias.

Las unidades que conforman el relleno de la Cuenca de Paganzo, en el ámbito Oriental, son las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía.

En la región septentrional (Precordillera de Jagüe) dentro de la provincia de La Rioja, aparece el dominio Occidental del Grupo Paganzo que está compuesto por las Formaciones Agua del Lucho, Punta del Agua, Río del Peñón y Patquia-de La Cuesta.

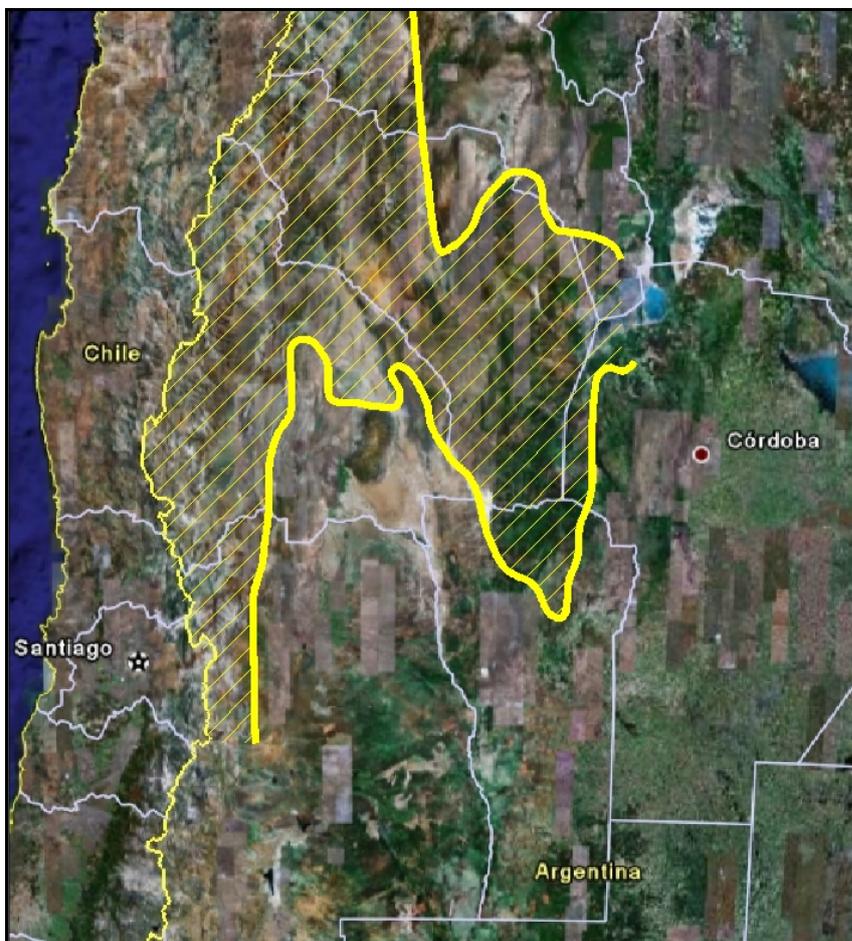


Figura 5: Distribución aproximada de los depósitos de edad Carbónica – Pérmica.

Según Astini et al.(2005), un modelo de cuenca de antepaís ofrece un marco apropiado para explicar gran parte de los fenómenos que se observan durante el Neopaleozoico a Eotriásico tanto en el dominio oriental como en el occidental de la región centro Oeste de Argentina.

Este marco se relaciona con la geodinámica que afectaba el margen occidental a sudoccidental de Gondwana.

El diastrofismo de la Fase Chánica del Devónico tardío – Carbonífero inferior modeló las depresiones que conforman la Cuenca de Paganzo.

La cuenca se inició en el Viséano por la reactivación estructural de zonas de sutura límites de antiguos terrenos.

El Paganzo temprano estuvo conformado por un conjunto de discretos depocentros controlados por fallas, los que se interpretan (según Fernandez Seveso & Tankard, 1995) como cuencas de “pull apart” relacionadas con desplazamientos laterales dextrógiros a lo largo de importantes fallas corticales.

En las fases más jóvenes del relleno de la cuenca se produjo la amalgamación de varios depocentros en una sola cuenca amplificadas con subsidencia regional.

La sucesión estratigráfica de la Cuenca de Paganzo fue dividida en cuatro supersecuencias (Fernandez Seveso & Tankard, 1995) en función de las principales discordancias reconocidas: Guandacol, Tupe y Patquia - De la Cuesta inferior y superior.

Los sedimentos de la supersecuencia Guandacol fueron depositados en cuencas aisladas, con tasa de subsidencia elevada y acumulación de sedimentos gruesos de abanicos

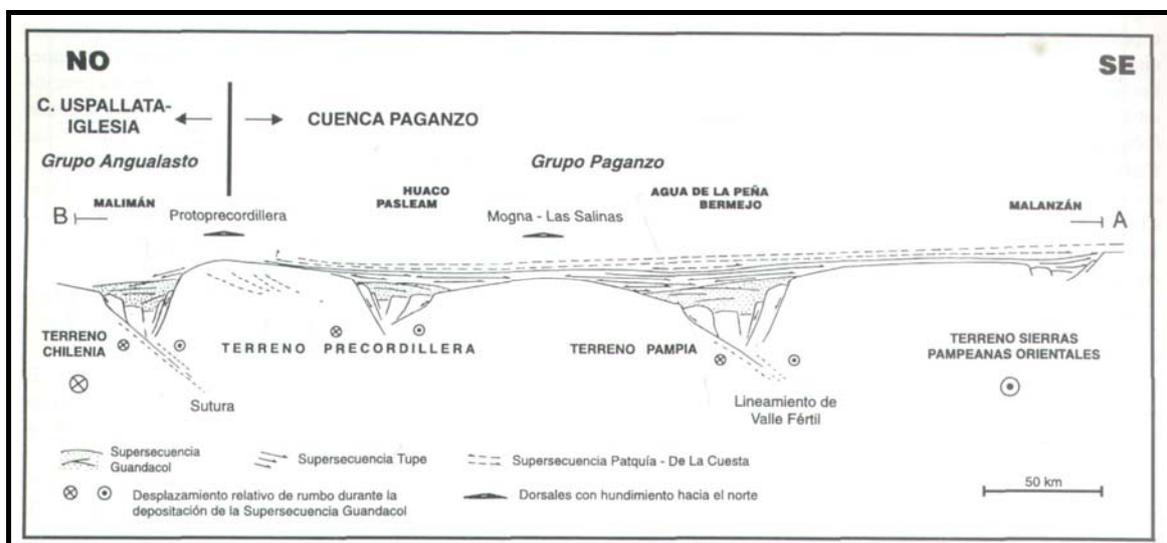
aluviales con dominio de procesos gravitacionales, a lo largo de márgenes de grábenes controlados por falla. (ver figura 6 y 7)

Ciertos atributos sedimentológicos presentes en los estratos de granulometría finas indican influencia periglacial.

La supersecuencia Tupe sugiere un gradual cese de actividad en las fallas, a partir de que varios depocentros comenzaron a unirse (Los estratos de Tupe traslapan sobre la discordancia que los separa de la infrayacente supersecuencia Guandacol y cubren algunos de los altos intracuencales preexistentes). (ver figura 6)

Para el tiempo de la depositación de Patquía-De la Cuesta, la Cuenca de Paganzo ya había alcanzado su máxima extensión areal.

Se registraron significativas transgresiones marinas tanto en Tupe (Westfaliano-Stefaniano) como en Patquía - De la Cuesta (Artinskiano-Kazaniano).



**Figura 6: Sección paleogeográfica NO-SE de las Cuenas Paganzo y Uspallata-Iglesia (Tomada de Azcuy et al, 1999).**

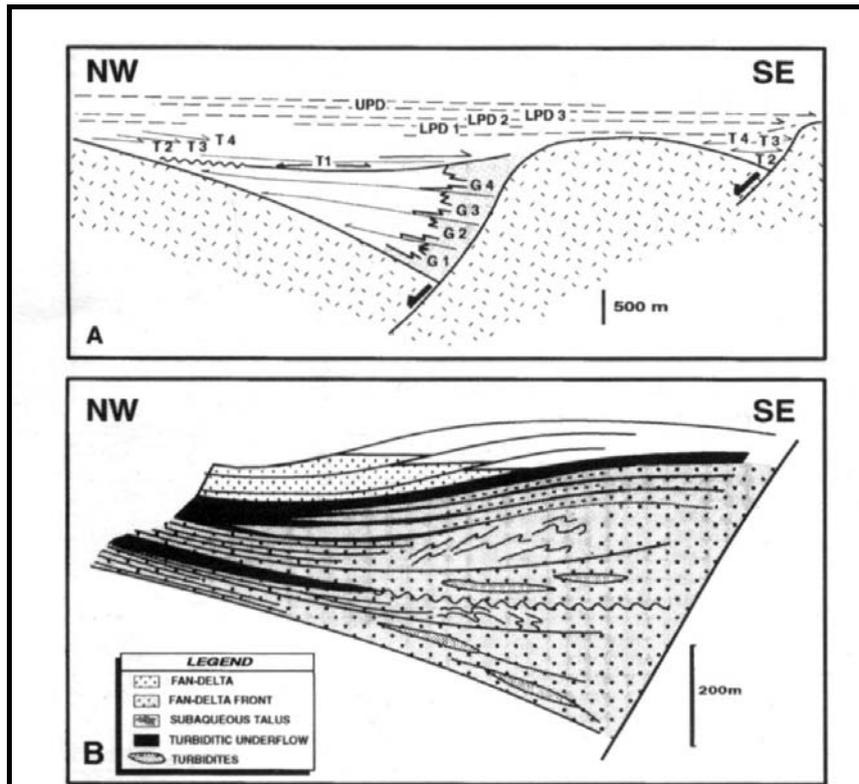


Figura 7: Relaciones estratigráficas en la Cuenca Paganzo para la supersecuencia Guandacol, (Tomado de Fernandez Seveso & Tankard, 1995).

## Estratigrafía

### Supersecuencia Guandacol

La Supersecuencia Guandacol que contiene flora del Carbonífero inferior, tiene hasta 1825 metros de espesor reconocidos en afloramientos.

La sedimentación fue controlada por una rápida e intermitente subsidencia tectónica. El espacio de acomodación generado por este proceso fue mayor al volumen de sedimentos aportados.

Se observa apilamiento vertical de sedimentos gruesos en las zonas adyacentes a las fallas extensionales principales. Principalmente los productos de procesos depositacionales asociados a abanicos aluviales con dominio de flujos densos (flujos de detritos), y estructuras masivas de deformación sinsedimentaria.

En las etapas reconocidas como de cuenca "hambrienta" se favoreció la depositación de material fino (arcilloso) de origen lacustre, que tapizó casi toda la cuenca. Estos depósitos rítmicos, que incluyen pelitas, clastos facetados y bloques de caídas gigantes, sugieren un ambiente periglacial para tiempos del Viseano tardío y Namuriano.

Fernández Seveso y Tankard (1995), reconocen cuatro secuencias limitadas por discontinuidades erosivas dentro de la supersecuencia Guandacol. Cada una de ellas muestra una gradación normal que va desde facies conglomerádicas a pelitas laminadas finas, indicando una repetición de procesos depositacionales similares (ver figuras 8 y 9). Los mismos autores interpretan que cada una de estas secuencias representa un ciclo de reactivación tectónica extensional.

Los arreglos de facies y los sistemas depositacionales asociados son los siguientes:

- Areniscas conglomerádicas – conglomerados → Fan deltas con dominio de flujos de detritos y flujos de barro.
- Areniscas lateralmente continuas separadas por intercalaciones finas de fangolitas y areniscas con "slumping" masivo local → Procesos turbidíticos subácueos.

- Lutitas laminadas y limolitas con varves, algunas arenas intercaladas y estructuras de "slump". Contienen restos de plantas y bloques de rocas caídas  
→ Lacustre localmente influenciado por flujos turbidíticos.

Si bien las secuencias de Guandacol tienen continuidad lateral a escala de afloramiento, su distribución regional es limitada (la unidad de mas amplia distribución son los depósitos lacustres).

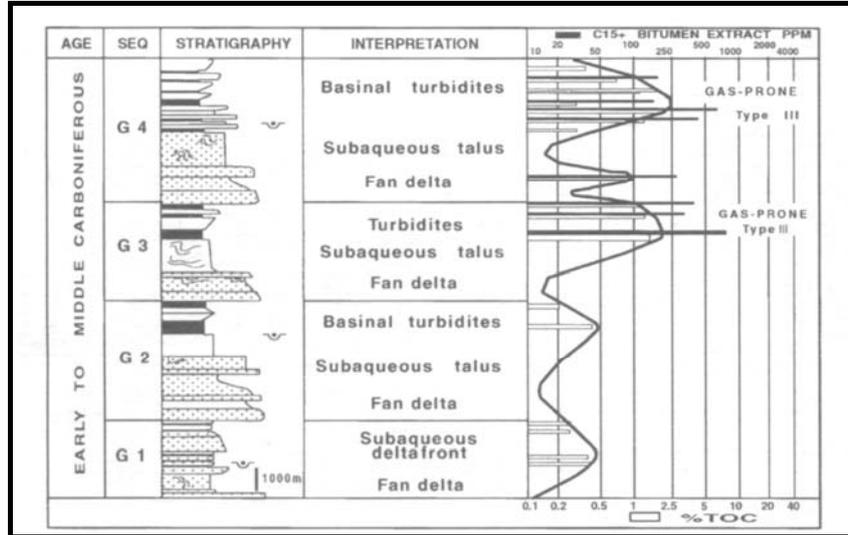


Figura 8: Secuencia Carbonifera temprana a media (Tomado de Fernandez Seveso & Tankard, 1995)

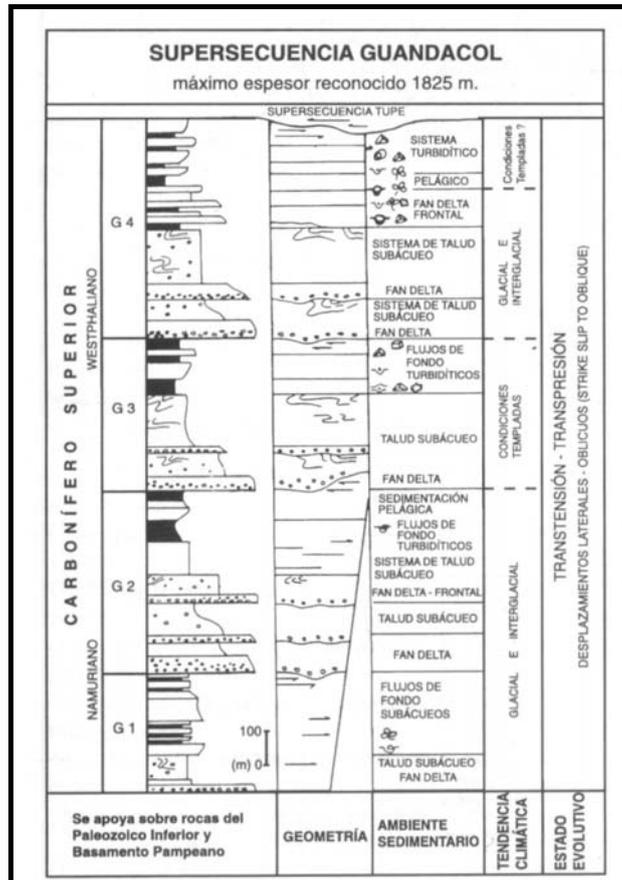


Figura 9: Secuencia Carbonifera superior (Tomado de Azcuy et al, 1999)

## Supersecuencia Tupe

La Supersecuencia Tupe es un paquete sedimentario de edad Carbonífera Superior (Westfaliano) a Pérmica inferior (Asseliano) separada de la infrayacente por una discordancia de orden mayor. El espesor medido de la Supersecuencia alcanza los 1285 metros.

Según Fernández Seveso y Tankard (1995), puede dividirse a Tupe en 4 secuencias limitadas por discontinuidades. Cada secuencia es un complejo progradacional que refleja, en grado variable, depositación en ambientes fluvial, lacustre y marino marginal (ver figuras 10 y 11).

La sedimentación se instaló inicialmente sobre los depocentros heredados de la Supersecuencia infrayacente (Guandacol).

La cuenca abarca una mayor extensión que la ocupada durante el relleno de la Supersecuencia Guandacol, traslapa o solapa los márgenes de los depocentros antiguos, como así también los altos intracuencales, agrupando finalmente a estos depocentros en una cuenca mayor para tiempos del Westfaliano. Esta cubeta estuvo sujeta a inundaciones marinas periódicas, reflejada por los ciclos transgresivo-regresivos y la biota marina.

Altos estructurales como Protoprecordillera, el alto Mogna-Las Salinas y los márgenes de Valle Fértil y Sañogasta permanecieron emergidos (Ver Figura 6). La cuenca expandió sus bordes en el intervalo medio de Tupe, y algunas nuevas cubetas, aunque someras, se formaron en el Noreste y Este.

En la parte oriental de la cuenca, sobre el basamento pampeano, se depositaron sistemas fluviales y lacustres.

Hacia el oeste la supersecuencia es más espesa donde los sistemas fluviales y deltaicos arenosos se interdigitan con depósitos marinos marginales.

En síntesis:

- La secuencia 1 ocupa depocentros preexistentes de Guandacol. Los sedimentos fueron distribuidos por canales subáqueos y procesos turbidíticos al frente de sistemas de fan deltas.
- La secuencia 2 compuesta por tres ciclos agradantes con efecto traslapante constituidos por sistemas de fan deltas tipo Gilbert y fluviales entrelazados. Se apoya sobre el terreno de Precordillera y la parte occidental del terreno Pampeano.
- La secuencia 3 registra la máxima expansión de la paleogeografía de Tupe, traslapando altos intercuencales. Incluye lóbulos depositacionales traslapantes y discordancias intraformacionales locales. También presenta depósitos costeros carbonáticos y terrígenos con diversas asociaciones de invertebrados. Localmente hay depósitos tobáceos.
- La Secuencia 4 refleja progradación de la línea de costa a medida que la cuenca se rellenaba con depósitos de planicie fluvial (braidplain). En algunos sedimentos lacustres raramente se observan ritmitas o bloques de rocas caídas. Los sistemas deltaicos marginales depositan localmente láminas arenosas y rellenos de canal con cierta continuidad lateral. La parte superior de la secuencia se caracteriza por truncaciones sutiles y relaciones de toplap.

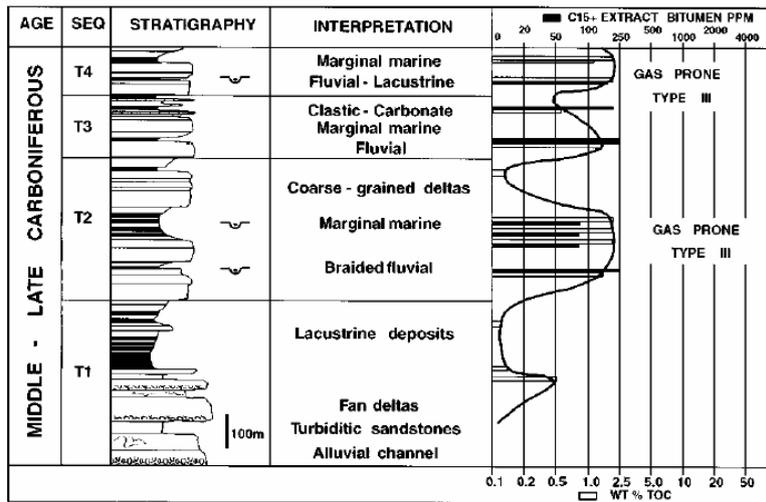


Figura 10: Secuencia Carbonifera Media - Superior (Tomado de Fernandez Seveso & Tankard, 1995)

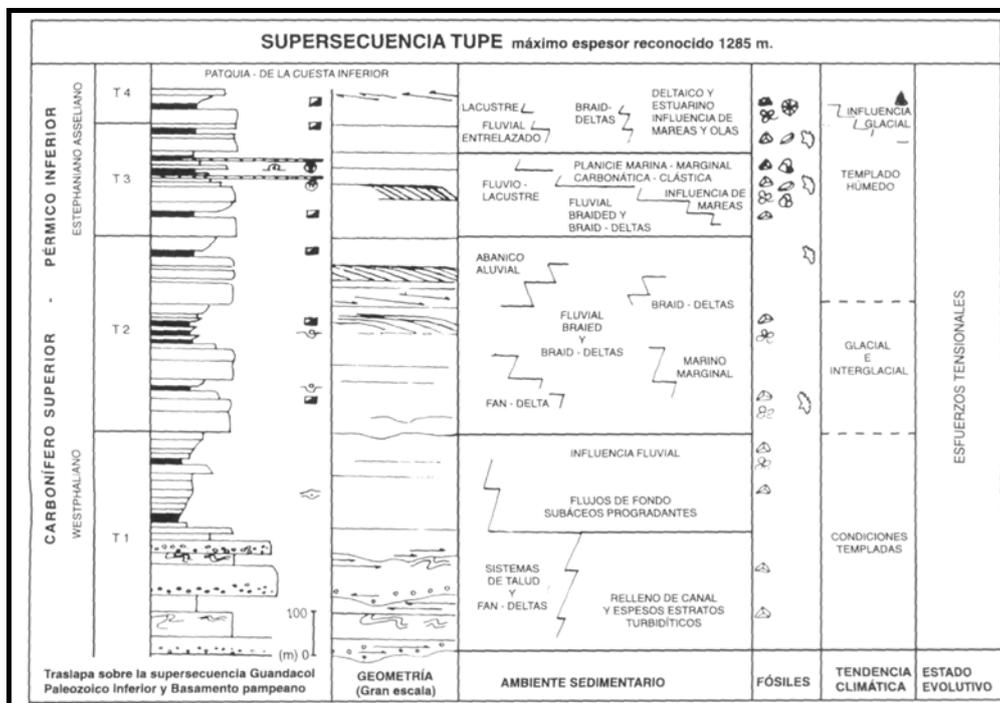


Figura 11: Secuencia Carbonifera Superior – Pérmico Inferior (Tomado de Azcuy et al, 1999)

### Supersecuencia Patquía - De la Cuesta inferior

Compuesta por un paquete sedimentario de capas rojas de edad Pérmica inferior depositados en ambientes de abanico aluvial, fluvial y de playa-lake. El espesor de la supersecuencia es de 620 metros.

Estos sedimentos están contenidos dentro de tres secuencias depositacionales que reflejan un ciclo transgresivo – regresivo (Fernández Seveso y Tankard, 1995) (Figuras 12 y 13).

- La secuencia 1 traslapa una discordancia regional de bajo relieve sobre Tupe. La sedimentación continental fue amplia y desplazó el mar hacia el margen oeste del terreno Precordillera. Esta secuencia está dominada por depósitos de abanico aluvial distal y fluviales entrelazados en un paisaje de bajo relieve, con playa lakes y cursos efímeros. Localmente se observan coladas de basalto y material volcánico-clástico.

- La secuencia 2 refleja la paleogeografía de una transgresión marina con depósitos influenciados por marea y acción de olas en la parte norte de la Precordillera, mientras que la parte oriental sobre basamento Pampeano fue soterrada por depósitos fluviales entrelazados y de planicie de inundación arcillosos.
- La secuencia 3 representa el depósito de campos de dunas (areniscas eólicas con facies de interdunas pelíticas asociadas).

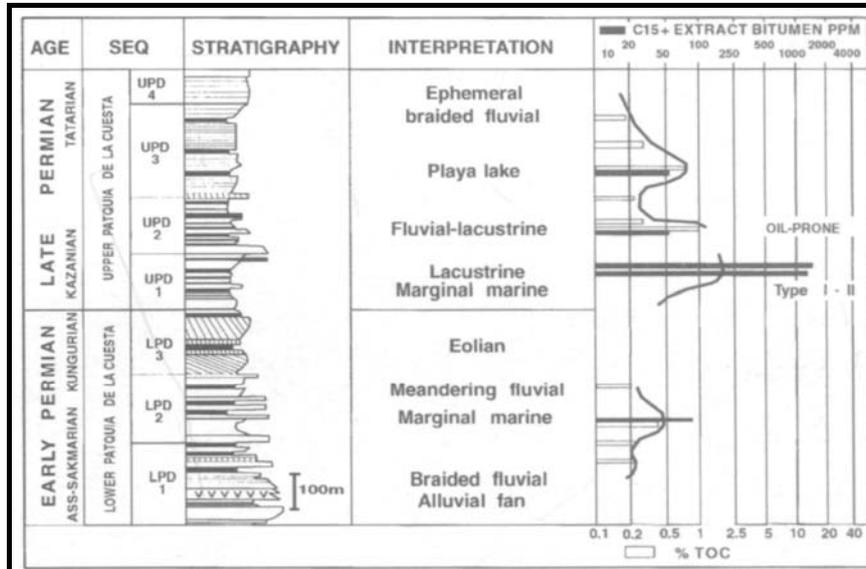


Figura 12: Secuencia Pérmica (Tomado de Fernandez Seveso y Tankard, 1995)

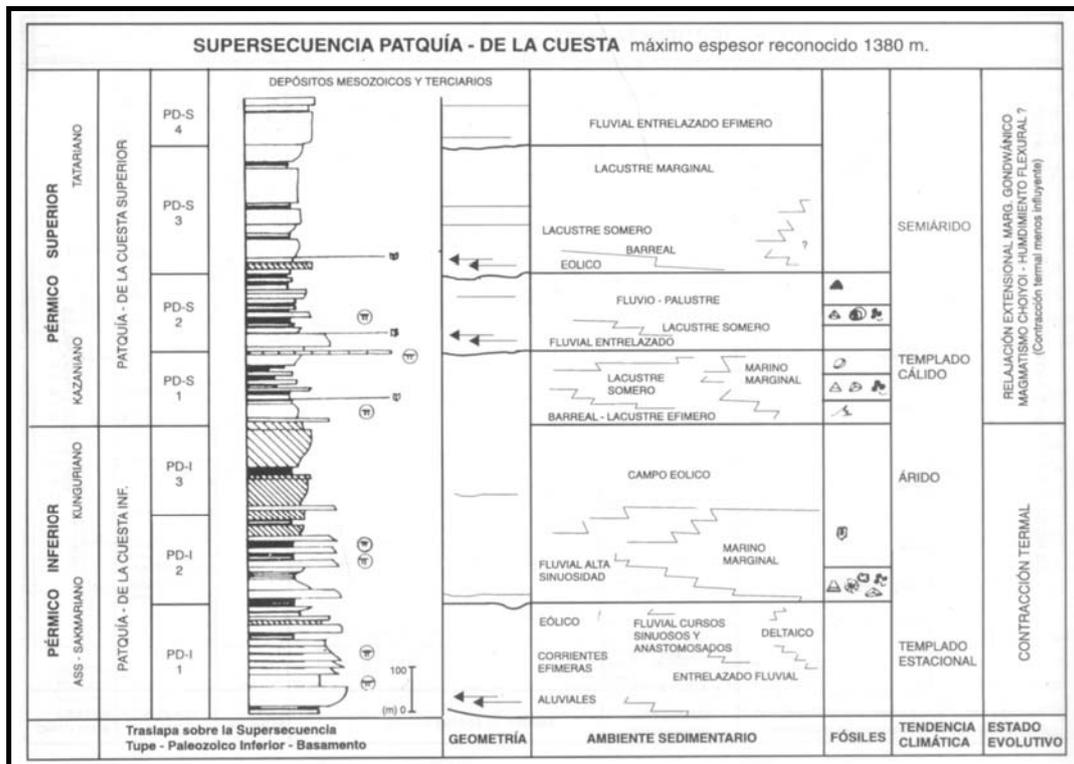


Figura 13: Secuencia Pérmica (Tomado de Azcuy et al, 1999)

### Supersecuencia Patquía – De la Cuesta superior

Es una sucesión de depósitos clásticos terrígenos que se formó en ambientes de ríos efímeros, playa lakes, lagos perennes y marino marginales. El espesor de esta supersecuencia es de 730 metros.

#### Subsecretaría de Minería

Pelagio B. Luna N° 800- CP 5300 La Rioja Tel. 03822-453067 Tel-Fax 03822-453066

E-mail: [lariojabud@estranet.com.ar](mailto:lariojabud@estranet.com.ar) [noninoabel@yahoo.com.ar](mailto:noninoabel@yahoo.com.ar)

El techo de la sección lo constituye una importante discordancia caracterizada por las truncaciones contra ella de distintos niveles subyacentes de edad Pérmica, incluidos los de la Supersecuencia Tupe. Esto se evidencia con mayor claridad en la parte central de la cuenca paleozoica donde posteriormente se desarrolló la cuenca Triásica de Ischigualasto.

Esto sugiere la existencia de un período de actividad tectónica que separó las cuencas Pérmicas y Triásicas.

Fue separada en 4 secuencias depositacionales que abarcan el Pérmico superior (Fernández Seveso y Tankard, 1995) (ver figuras 12 y 13).

- La secuencia 1 yace discordantemente sobre las eolianitas previas. Está conformada por pilas sedimentarias acumuladas en sistemas de abanicos aluviales, construidos por flujos de detritos en una zona con alta tasa de subsidencia. En las partes internas de la cuenca estas rocas se interdigitan con sedimentos finos acumulados en ambientes de playa lake y lagos perennes. También se observan transgresiones marinas restringidas. Los depósitos lacustres y marinos restringidos contienen pelitas bituminosas (en la parte norte de la cuenca de Paganzo).
- La secuencia 2 es el resultado del apilamiento de depósitos fluviales compuestos por pequeños canales asociados a barras de desembocadura y una amplia distribución de depósitos de bahía y mareales con invertebrados terrestres, restos de plantas y palinomorfos.
- En la base de la Secuencia 3 se reconoce una discordancia. El paquete sedimentario de la misma está compuesto principalmente por eolianitas, depósitos fluviales y depósitos lacustres someros.
- La secuencia 4 esta dominada por areniscas de ambiente fluvial efímero.

En el ámbito occidental de la Cuenca de Paganzo el relleno sedimentario es más complejo La estratigrafía en el ámbito occidental de la cuenca no tiene tanta persistencia areal.

Posee una cierta diacronía litofacial presentando diferencias tanto en sentido E-O como N-S, y estando acompañada de numerosas discordancias erosivas y angulares o abruptos cambios de facies (Astini et al, 2005). Dichas discordancias se observan en la precordillera de Jagüe, donde separan ciclos transgresivos-regresivos y en el caso de la Fm. Punta del Agua, una cuña volcánica habría alcanzado el depocentro (Figuras 14, 15 y 16).

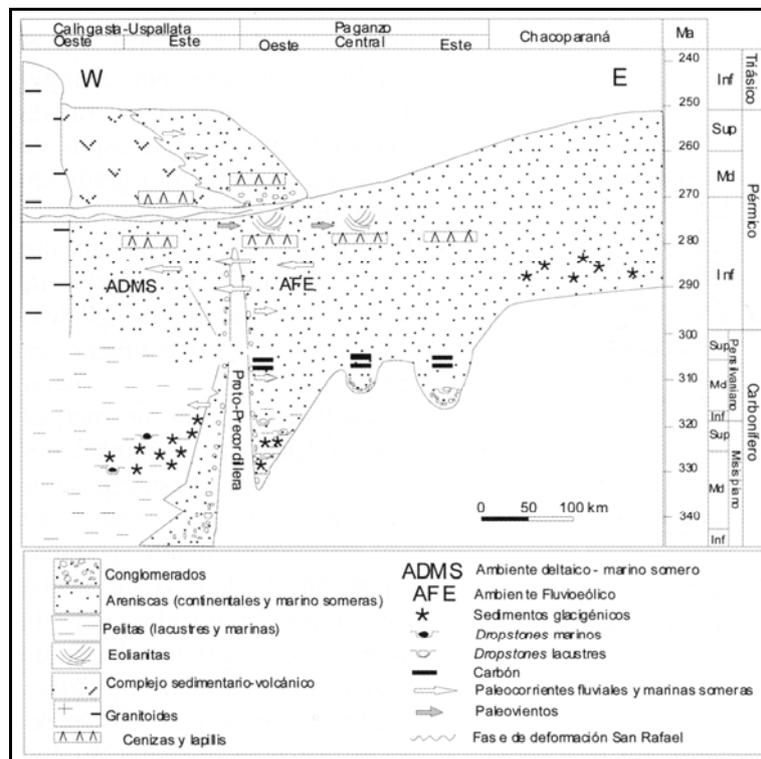


Figura 14: Corte cronoestratigráfico del Paleozoico superior en el oeste argentino, solapando el ámbito pampeano y el ámbito precordillera. Tomado de Astini et al, 2005.

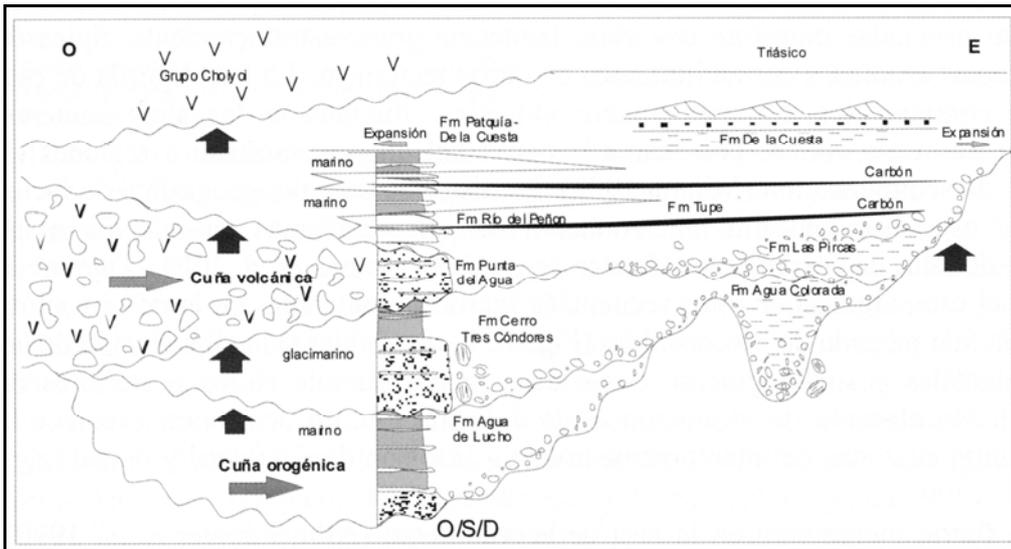


Figura 15: Esquema del dominio occidental y su vinculación con el dominio oriental de la cuenca Paganzo. Astini et al, 2005.

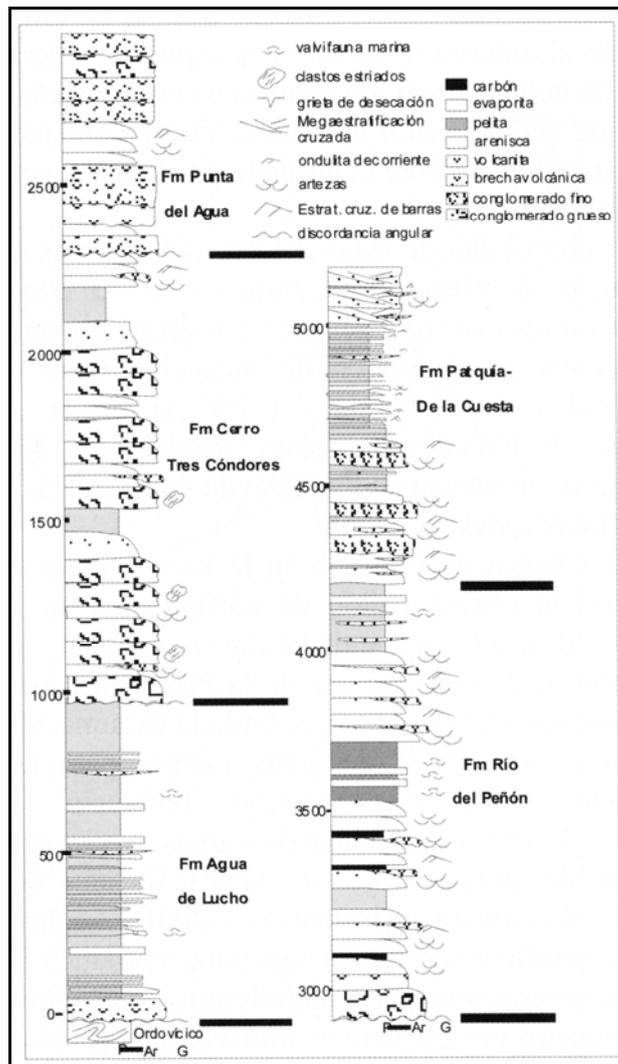


Figura 16: Sección sedimentaria simplificada del dominio occidental en la precordillera de Jagüe. Tomado de Astini et al, 2005.

## Cuencas Triásicas

Durante el Triásico el cono sur de Suramérica formaba parte del margen suroeste de Gondwana.

Las cuencas Triásicas se encuentran limitadas por importantes sistemas de fallas que han exhibido distinto grado de actividad durante el desarrollo de los rellenos sedimentarios (ver figura 17).

Desde el punto de vista genético, luego de varios eventos diastróficos (orogénias previas, la última un régimen compresional), se implantó en la región Oeste de Gondwana un intenso proceso extensional con reactivación de algunas fallas paleozoicas, que llevó a la formación de las cuencas sedimentarias Triásicas, consideradas depresiones de tipo rift.

Las hipótesis respecto al origen de la extensión de retroarco triásica son diversas:

- Según Uliana, et al (1989) y Tankard et al. (1995) los sistemas de rift triásicos hasta jurásicos tempranos se habrían generado por colapso extensional de orógenos previos.
- Ramos y Kay (1991) consideran que se trata de sistemas de rifts limitados por lineamientos tectónicos de primer orden que se asocian con las suturas dejadas previamente por la acreción de sucesivos terrenos contra el protomargen de Gondwana (como los terrenos Precordillera y Chilenia por ejemplo), con extensión vinculada al fenómeno de retracción de la loza subductada (roll-back) luego de la interrupción de la subducción en dicho margen.
- Otros autores sugieren procesos de adelgazamiento cortical y distensión posterior a un fenómeno de colisión del Paleozoico tardío.

Se desarrollan dos brazos o prolongaciones de rift, el brazo occidental que es la prolongación hacia el norte de la cuenca cuyana constituido por sistemas encadenados de cubetas de rift y están compuestos por hemigrábenes con rechazo variable, vinculados a través de zonas de acomodación alternantes (o parte de sistemas en echelon vinculados por fallas de desplazamiento de rumbo).

La prolongación Oriental coincide con los depocentros de San Luis, Marayes e Ischigualasto (Bolsones de Pagancillo y Las Salinas - Mascasin, objetivo de este trabajo) (ver figuras 17 y 19).

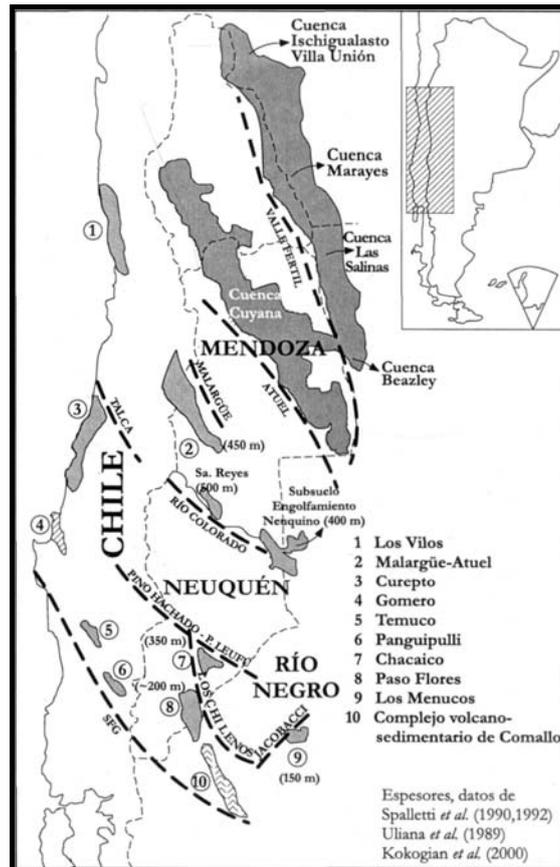


Figura 17: Mapa de ubicación de los depocentros del Mesozoico y Neotriásico en Mendoza, Neuquén y Río Negro. También se muestran áreas de afloramientos en Chile y principales lineamientos regionales. Tomado de Spalletti, 2001.

Las cuencas de tipo hemigraben se caracterizan por el desarrollo de una geometría asimétrica en sentido transversal al eje mayor. El borde activo, asociado al sistema de fallas del rift, tiene diferentes tasas de subsidencia y espacios de acomodación sedimentaria, que la rampa o borde pasivo (Figura 18).

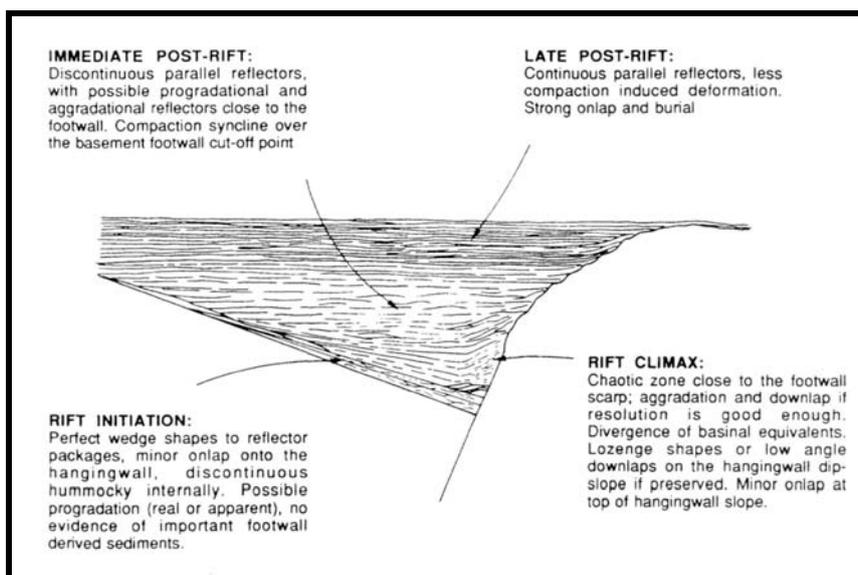


Figura 18: Geometrías típicas de los depósitos de cada estadio de evolución en un hemigraben ideal. (Tomado de Prosser, 1993).

Desde el punto de vista de su desarrollo regional, los hemigrábenes de Marayes -Las Salinas-Beazley, así como el hemigraben Ischigualasto-Villa Unión, constituyen depocentros angostos pero elongados en sentido NNO-SSE y se localizan inmediatamente al Este de la megafactura de Valle Fértil (Figura 19). Todos ellos presentan un marcado alineamiento, pero durante su historia parecen haber estado mayormente desvinculados entre sí. La cuenca Ischigualasto – Villa Unión es la que posee el máximo desarrollo regional, incluso se ha demostrado su prolongación hasta la región del Río del Peñón en la precordillera riojana.

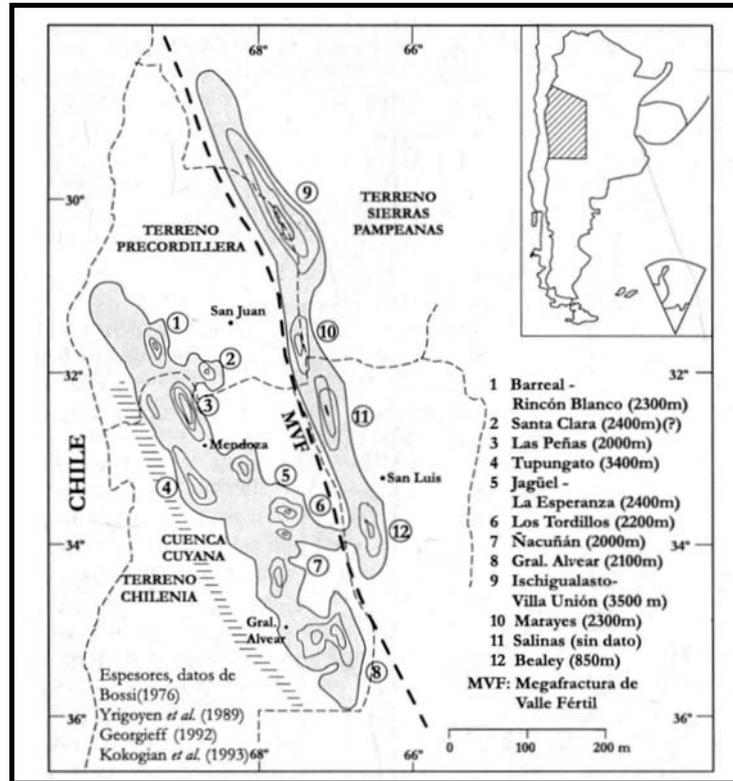


Figura 19: Mapa de los rifts de la cuenca Cuyana y de los vinculados a la megafactura de Valle Fértil. (Tomado de Spalletti, 2001).

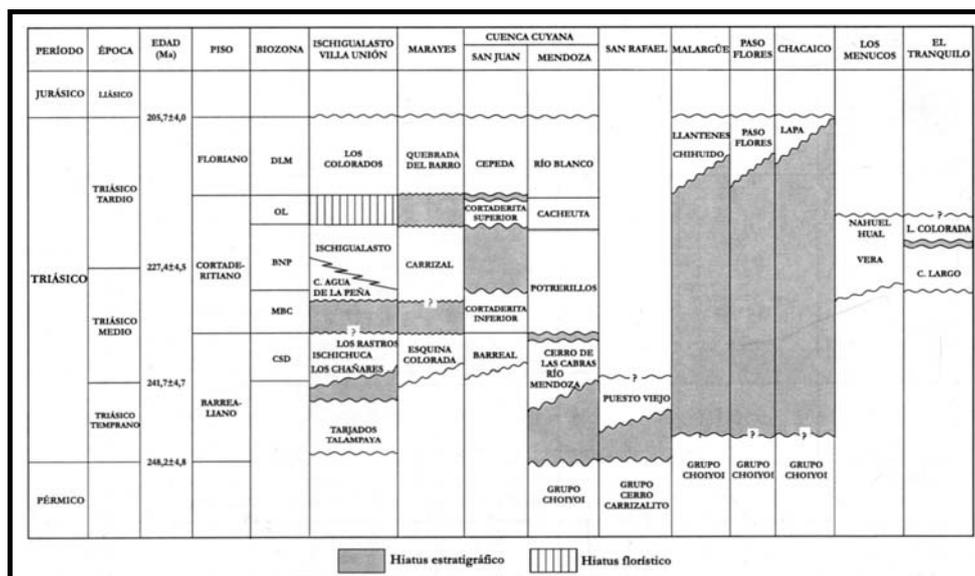


Figura 20: Esquema estratigráfico de las principales cuencas triásicas argentinas. (Tomado de Spalletti, 2001)

Según Spalletti (2001), para considerar en forma integrada las características y desarrollo del relleno sedimentario de las cuencas Triásicas, resulta conveniente definir tres distintos estadios de desarrollo en los sistemas de rift: synrift, postrift (o sag) y trastensional. Si bien este último no está necesariamente ligado al proceso extensional.

En el acontecer de la evolución tectónica de un hemigraben o de una zona cortical en particular, pueden producirse reactivaciones, de manera tal que luego del desarrollo de postrift de un evento, pueda suceder otro de synrift del evento siguiente (ver Figura 21).

Durante el Eotriásico a Mesotriásico (denominado Barreliano por Spalletti et al, 1999), se generan los depocentros de Ischigualasto - Villa Unión (Pagancillo) y Marayes - Las Salinas coetáneos con la Cuenca Cuyana, luego del apogeo de la actividad volcánica relacionada al evento conocido como Grupo Choiyoi.

Estas cubetas estuvieron controladas en general por una importante subsidencia tectónica y la sedimentación de synrift generada que, si bien coincide con el decaimiento de la actividad volcánica del grupo Choiyoi, muestra significativa participación de sedimentos volcanoclásticos y piroclásticos (Spalletti; Bellosi et al, 2001).

En la cuenca Ischigualasto-Villa Unión, hay una primera etapa de sedimentación asociada a un sistema de fracturación previa (Famatina – Tarjados – Paganzo), mientras que posteriormente se produce la activación de la Falla principal de Valle Fértil.

Existe un estadio de synrift con un control inicial transtensivo (Formaciones Talampaya-Tarjados- Chañares) y un estadio de postrift (Ischichuca-Los Rastros). Se intercalan coladas basálticas.

La cuenca de Marayes se caracteriza por un importante estadio de synrift (dominio de subsidencia tectónica) con la depositación de la Formación Esquina Colorada.

En el Mesotriásico tardío a Neotriásico temprano (denominado por Spalletti et al, 1999 Cortaderitano) se alcanza la máxima expansión de las áreas de acumulación.

En la cuenca Ischigualasto-Villa Unión se produce un nuevo evento de rifting que lleva a la reactivación de las fallas y al desarrollo de los sistemas depositacionales proximales (Conglomerado Agua de la Peña) asociado al inmediato aumento del espacio de acomodación (Secuencia Ischigualasto).

En la cuenca Marayes se desarrolla la Formación El Carrizal en condiciones de subalimentación y amplia disponibilidad de espacio de acomodación, por lo que pueden asignarse a un estado de sag con dominio de subsidencia termotectónica.

Durante el Neotriásico tardío (denominado por Spalletti et al, 1999 Floriano) se produce una reactivación de los fenómenos volcánicos explosivos y desarrollo conspicuo de capas rojas.

En la cuenca Ischigualasto - Villa Unión se produce un estadio de postrift pero con condiciones de sobrealimentación permanente (Formación Los Colorados). Los arreglos estratigráficos también permiten interpretar un estadio trastensional, debido a reactivación de importantes Fallas como la de Valle Fértil.

Como resultado de esta última situación estructural, en la Cuenca Marayes se acumularon los conglomerados de Formación Quebrada del Barro.

	ISCHIGUALASTO VILLA UNIÓN	MARAYES	CUENCA CUYANA
<b>APERTURA</b>	EOTRIÁSICO FASE HUARPE	EOTRIÁSICO FASE HUARPE	EOTRIÁSICO FASE HUARPE
<b>CIERRE</b>	NEOTRIÁSICO TARDÍO FASE RÍO ATUEL	NEOTRIÁSICO TARDÍO FASE RÍO ATUEL	NEOTRIÁSICO TARDÍO FASE RÍO ATUEL
<b>ETAPAS DE RELLENO</b>	1) SINRIFT I. 2) POSTRIFT. 3) SINRIFT II. 4) TRANSTENSIONAL.	1) SINRIFT 2) POSTRIFT 3) TRANSTENSIONAL.	1) SINRIFT 2) POSTRIFT 3) TRANSTENSIONAL.
<b>PRINCIPALES AMBIENTES DEPOSITACIONALES Y PISOS INVOLUCRADOS</b>	ETAPA 1): Sistemas aluviales y lacustres. Barrealiano. ETAPA 2): Sistemas lacustres y deltaicos progradacionales. Planicies loésicas. Barrealiano. ETAPA 3): Abanico aluvial, fluvial de alta sinuosidad hasta lacustre. Cortaderitano. ETAPA 4): Sistemas fluviales efímeros proximales hasta distales. Floriano	ETAPA 1): Abanico aluvial y fluvial entrelazado proximal. Barrealiano. ETAPA 2): Lacustre. Cortaderitano. ETAPA 3): Abanico aluvial y fluvial entrelazado. Floriano.	ETAPA 1): Abanico aluvial y sistema fluvial efímero. Barreales y lagos transitorios. Barrealiano. ETAPA 2): Fluvial meandroso de baja y alta sinuosidad. Lacustre, progradaciones deltaicas. Cortaderitano. ETAPA 3): Lacustre con progradaciones deltaicas, fluvial de alta sinuosidad. Planicies loésicas. Floriano.
<b>VOLCANISMO Y EPISODIOS PIROCLÁSTICOS</b>	ETAPA 2): Piroclásticas de caída. Mantos de basalto. ETAPA 3): Depósitos piroclásticos de caída. Mantos de basalto (?).	ETAPA 1): Escasos depósitos piroclásticos de caída.	ETAPA 1): Depósitos piroclásticos de flujo y de caída. Mantos basálticos (?). ETAPA 2): Escasos depósitos de caída. ETAPA 3): Abundantes depósitos de caída.

Figura 21: Modificada de Spalletti et al., 2001. que muestra un resumen y comparación de aspectos evolutivos para algunas cuencas Triásicas.

## Estratigrafía

Dependiendo de su posición geográfica, el prerift de las de las cuencas triásicas, puede estar constituido tanto por basamento cristalino pampeano, sedimentitas paleozoicas de las cuencas ya descritas y/o las rocas volcánicas del Grupo Choiyoi.

Los depocentros funcionaron como cubetas aisladas y no siempre sincrónicas aunque, hacia la culminación de sus particulares evoluciones, se lograba su conexión y la expansión de las cuencas.

Tanto la litología, como las secuencias y ambientes depositacionales no fueron uniformes sino que poseen características particulares en cada Bolsón.

## Cuenca Ischigualasto - Villa Unión – Bolsón de Pagancillo

La cuenca Triásica de Ischigualasto -Villa Unión corresponde a una depresión elongada en sentido NO-SE. Esta limitada al Oeste por el lineamiento Valle Fértil que constituye el margen activo del hemigraben, el margen pasivo estaría expresado al norte por los afloramientos de Zanja de la Viuda, Agua de los Burros y Las Tucumanesas, al Este el límite sería la Sierra de los Tarjados, y al sur la zona El Chiflón - La Torre (Figura 22).

Los sedimentos se encuentran muy bien desarrollados en el subsuelo del Bolsón de Pagancillo y en los extensos afloramientos del Cerro Bola - Hoyada de Ischigualasto.

El primer ciclo de synrift está constituido por las sedimentitas de las Formaciones Talampaya, Tarjados, Ischichuca y Los Chañares, mientras que la Formación Los Rastros integra el correspondiente postrift. El segundo estadio de synrift se asigna a la Formación Ischigualasto, siendo la Formación Los Colorados depositada durante la etapa de postrift con las variaciones citadas anteriormente (Spalletti, 2001) (Figura 21).

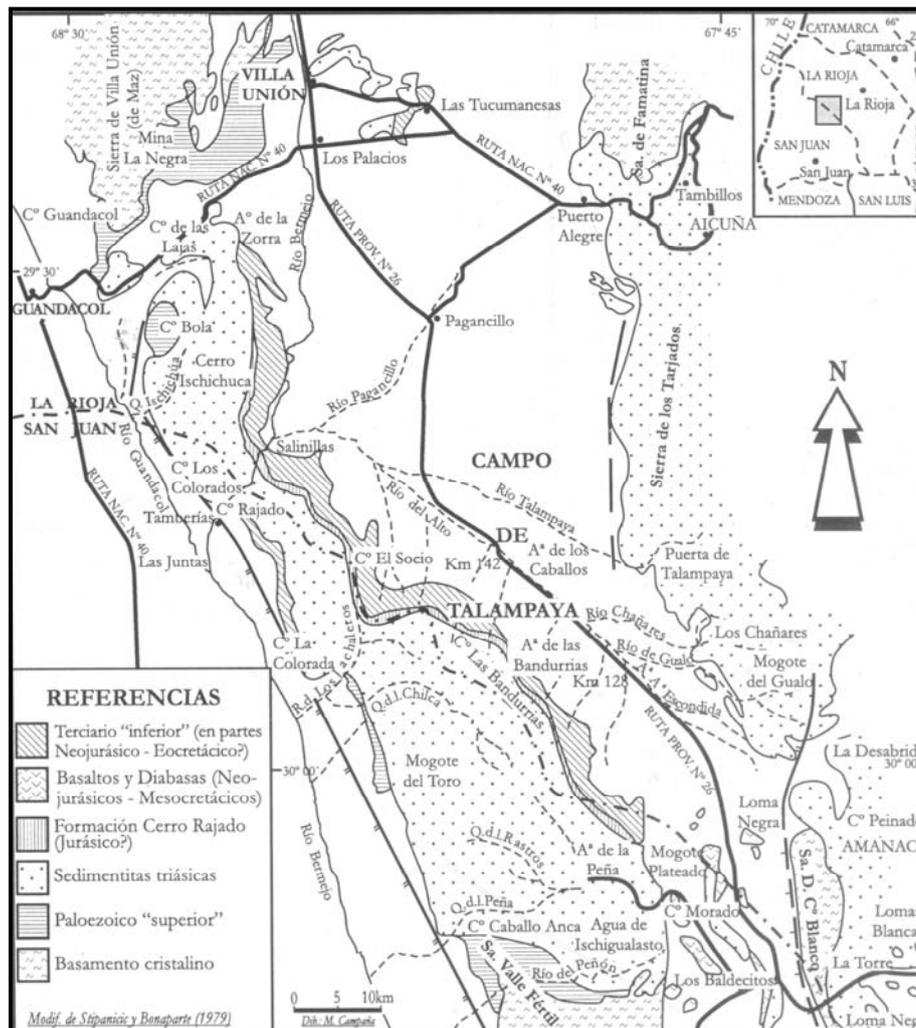


Figura 22: Mapa de los afloramientos de la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión. (Tomado de Kokogian et al, 2001)

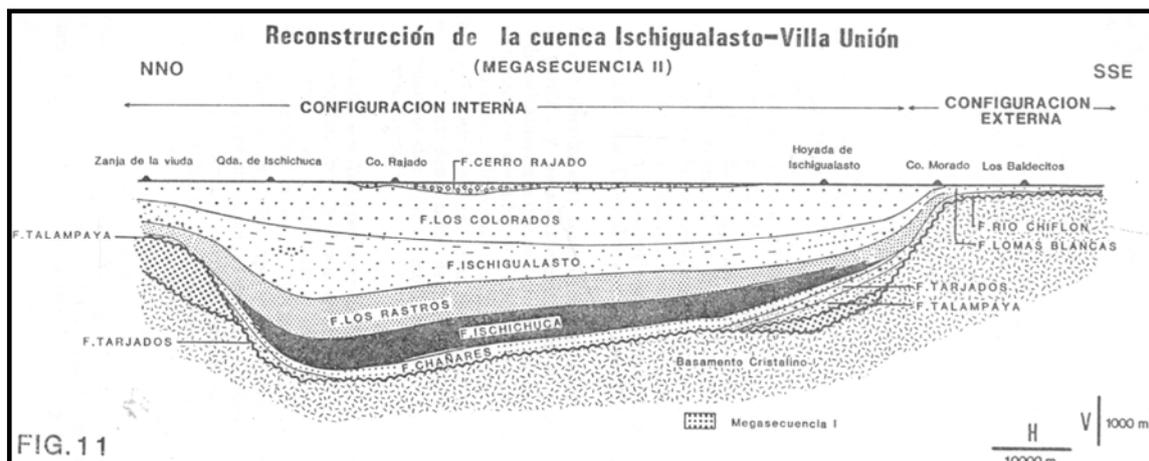


Figura 23: Corte esquemático con orientación NNO SSE de la cuenca de Ischigualasto-Villa Unión. (Tomado de Lopez Gamundi et al, 1989).

### Formación Talampaya

Suprayace a términos sedimentarios de edad pérmica en relación de discordancia angular.

El desarrollo areal es restringido excepto en la parte oriental de la cuenca. El espesor mínimo de la unidad es de 400 metros.

### Subsecretaría de Minería

Pelagio B. Luna N° 800- CP 5300 La Rioja Tel. 03822-453067 Tel-Fax 03822-453066

E-mail: [lariojabud@estranet.com.ar](mailto:lariojabud@estranet.com.ar) [noninoabel@yahoo.com.ar](mailto:noninoabel@yahoo.com.ar)

En la constitución de Fm. Talampaya predomina una sucesión de psamitas de grano fino y color rojo pálido en la que se reconocen tres secuencias.

La sección inferior está compuesta por facies típicas de abanicos aluviales con dominio de sedimentos depositados por flujos de detritos y mantos de creciente. También se reconocen facies de depósitos de barreales y paquetes de origen eólico.

En la sección media predominan los depósitos fluviales entrelazados que en la sección superior se intercalan con sedimentos eólicos, aglomerados volcánicos y cuerpos basálticos, relacionados con la apertura de la cuenca.

### **Formación Tarjados**

El espesor máximo de ésta unidad es de 385 metros. Puede separarse en dos miembros: uno inferior compuesto por depósitos conglomerádicos que pasan a areniscas rojas y lutitas, y otro superior integrado por areniscas blanquecinas que culminan con un nivel de ftanita. El origen es aluvial o de abanicos terminales de climas desérticos.

### **Formación Los Chañares**

Está compuesta por conglomerados volcanoclásticos que gradan a areniscas y pelitas rojizas, depositados en un ambiente de abanico aluvial, transportados por flujos de detritos y de barro volcánico. Hacia arriba se pasa transicionalmente (lateral y verticalmente) a los depósitos lacustres de la Formación Ischichuca.

### **Formación Ischichuca**

Unidad integrada por importantes espesores de pelitas negras de ambiente lacustre, asociadas a facies distales o de prodelta y de frentes deltaicos. El espesor es variable llegando a un máximo de 600 metros (Figura 24). No se reconoce en el área marginal de la cuenca (Sierra de los Tarjados).

### **Formación Los Rastros**

Se trata de facies predominantemente arenosas que se depositaron en ambientes deltaicos y fluviales. Se apoya transicionalmente sobre Fm. Ischichuca mostrando una clara tendencia progradante (Figura 24).

La sección inferior incluye algunas facies pelíticas y mantos de carbón, de planicie de inundación deltáica. La parte superior es marcadamente fluvial donde está incluido el Conglomerado "Agua de la Peña" (si bien algunos autores sitúan a éste en la base de la Formación Ischigualasto). El espesor de esta unidad alcanza un máximo de 500 metros.

### **Formación Ischigualasto**

La base de esta unidad esta definida por una discontinuidad estratigráfica. El espesor también es variable entre 900 y 200 metros. La secuencia está dominada por arcilitas, tobas e intercalaciones de bancos de areniscas lenticulares. El arreglo general es granocreciente y el componente tobáceo es importante. Se habría depositado en un sistema fluvial distal progradante de baja energía con fuerte aporte de material piroclástico.

### **Formación Los Colorados**

El techo de esta unidad esta marcado por una discordancia y la base marcaría un cambio ambiental o climático importante aunque existe discusión con respecto al tipo de discontinuidad que ésta última representa. El espesor de esta unidad ronda los 900 metros (Hoyada de Ischigualasto) pero puede presentarse con sólo 100 metros (Agua Escondida).

Está compuesta por areniscas rojizas con intercalaciones limoarcilíticas rojizas, pueden aparecer algunos conglomerados rellenando superficies irregulares (canales). La unidad presenta dos ciclos, uno inferior con arreglo granocreciente originado por progradación de sistemas fluviales sobre asociaciones distales de barreal, y otro superior con arreglo granodecreciente, asociado al decrecimiento paulatino de la energía del sistema, por colmatación de la cuenca.

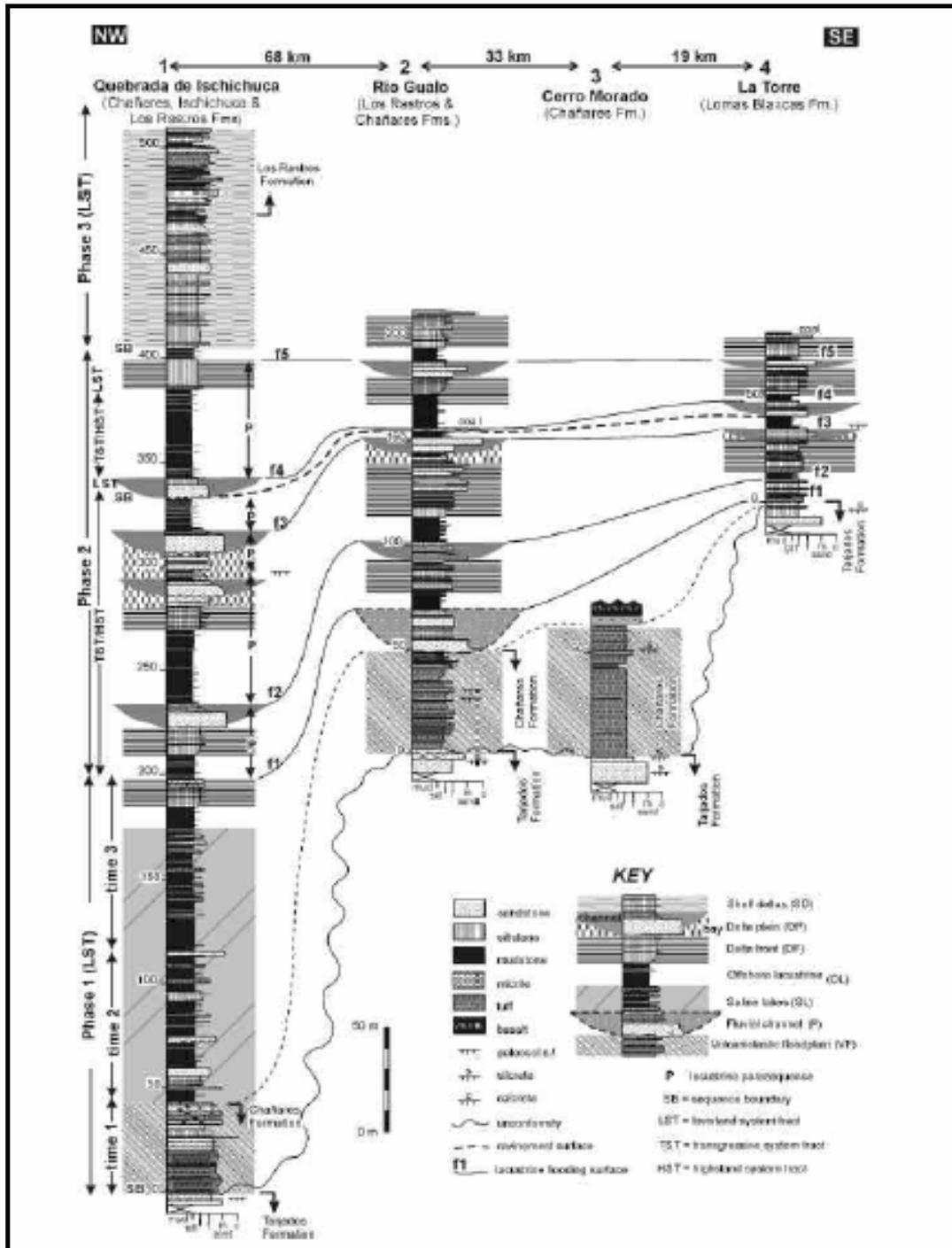


Figura 24: Secciones estratigráficas esquemáticas mostrando asociaciones de facies, superficies de correlación y estratigrafía secuencial. (Tomado de Melchor, 2005).

### Precordillera septentrional

Según Rosello et al (2005), es posible que los depósitos Triásicos en la Precordillera Riojana constituyan la prolongación de los términos más jóvenes de la cuenca Ischigualasto-Villa Unión hacia el noroeste, aunque no descartan que se trate del relicto de una subcuenca aislada.

Camino *et al* (1995) describieron una potente secuencia sedimentaria con abundantes fósiles de edad Triásica superior, sobre la vertiente occidental de la Precordillera Riojana. Se trata de una secuencia de capas rojas integrada por conglomerados, areniscas y pelitas con escasas intercalaciones basálticas y frecuente presencia de troncos silicificados de gran

tamaño. Se denomina **Formación Santo Domingo**, y es asignada al Triásico superior y posiblemente Jurásico más temprano en su parte cuspidal.

Al Oeste de Jagüé, la **Formación Santo Domingo** se divide en tres secciones: la inferior de 260 metros de espesor depositada en un ambiente fluvial de tipo meandroso, compuesta principalmente por facies finas de llanuras de inundación, luego aparece un intervalo de 25 metros de pelitas laminadas lacustres y la parte superior está conformada por areniscas y pelitas con 240 metros de espesor. En el mismo sitio la citada unidad está cubierta por la Formación Ciénaga del Río Huaco de edad cretácica (Figura 25).

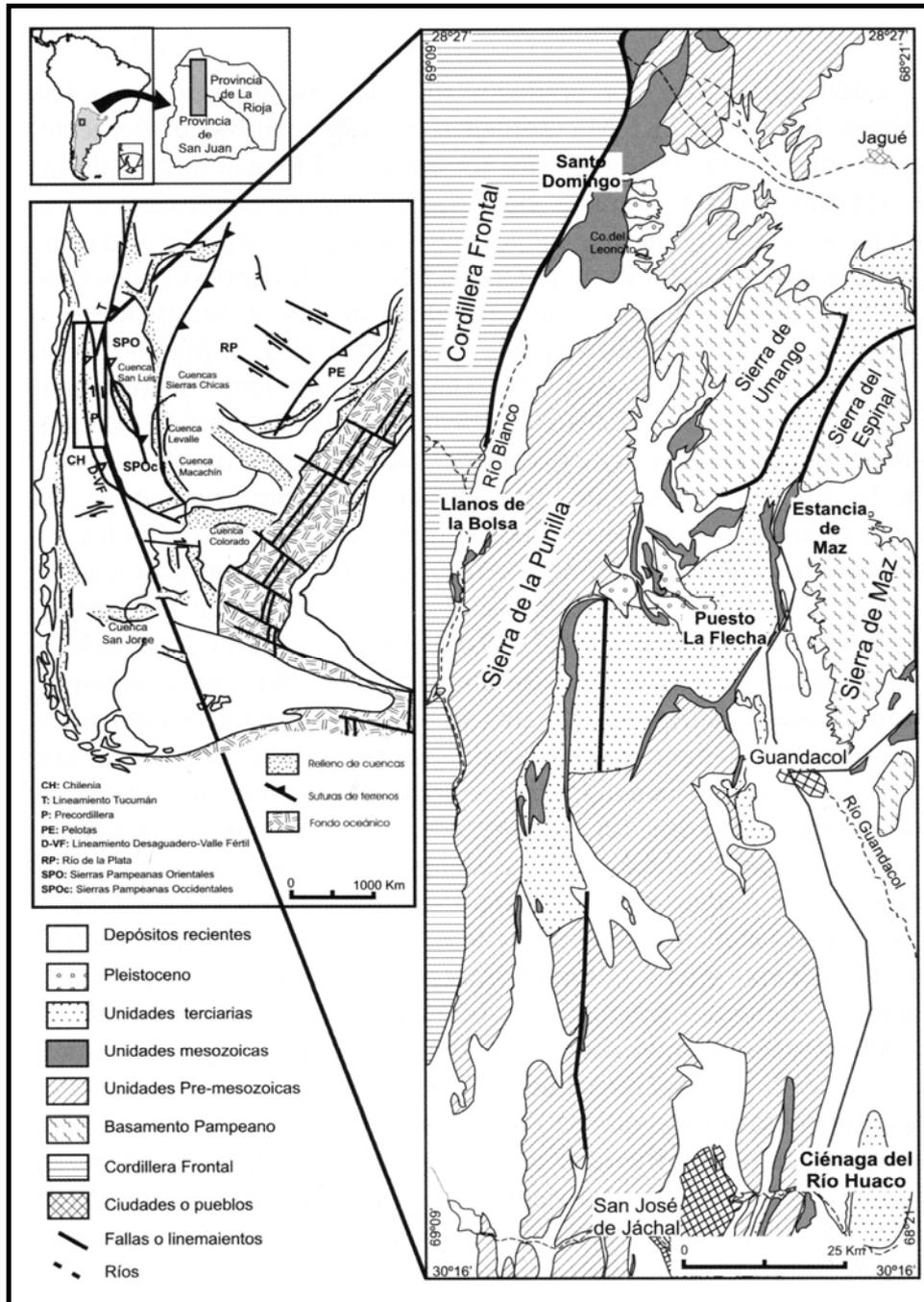


Figura 25: Mapa geológico de la zona de la precordillera septentrional. ( Tomado de Rosello et al, 2005).

## Cuenca Marayes - Bolsón Pampa de las Salinas

El Bolsón Pampa de las Salinas, se ubica sobre el flanco Occidental de las Sierras Pampeanas, caracterizadas por grandes afloramientos de Basamento cristalino pre-paleozoico (Sierras de Valle Fértil, Guayaguás y Chepes) e intercalados registros continentales que van del Paleozoico al reciente, donde se destaca la secuencia Triásica de Marayes.

Los afloramientos Triásicos se localizan en el extremo sudoeste y sur de la Sierra de la Huerta y en la Sierra de las Imanas y se denomina al conjunto como Grupo Marayes (Figura 26). También existen afloramientos triásicos en la Sierra de Guayaguás.

Los depósitos triásicos se apoyan sobre basamento Cristalino Pampeano (excepto en subsuelo, donde aparece el neopaleozoico) y son cubiertos, discordancia erosiva mediante, por sedimentitas Cretácicas asignadas al Grupo del Gigante.

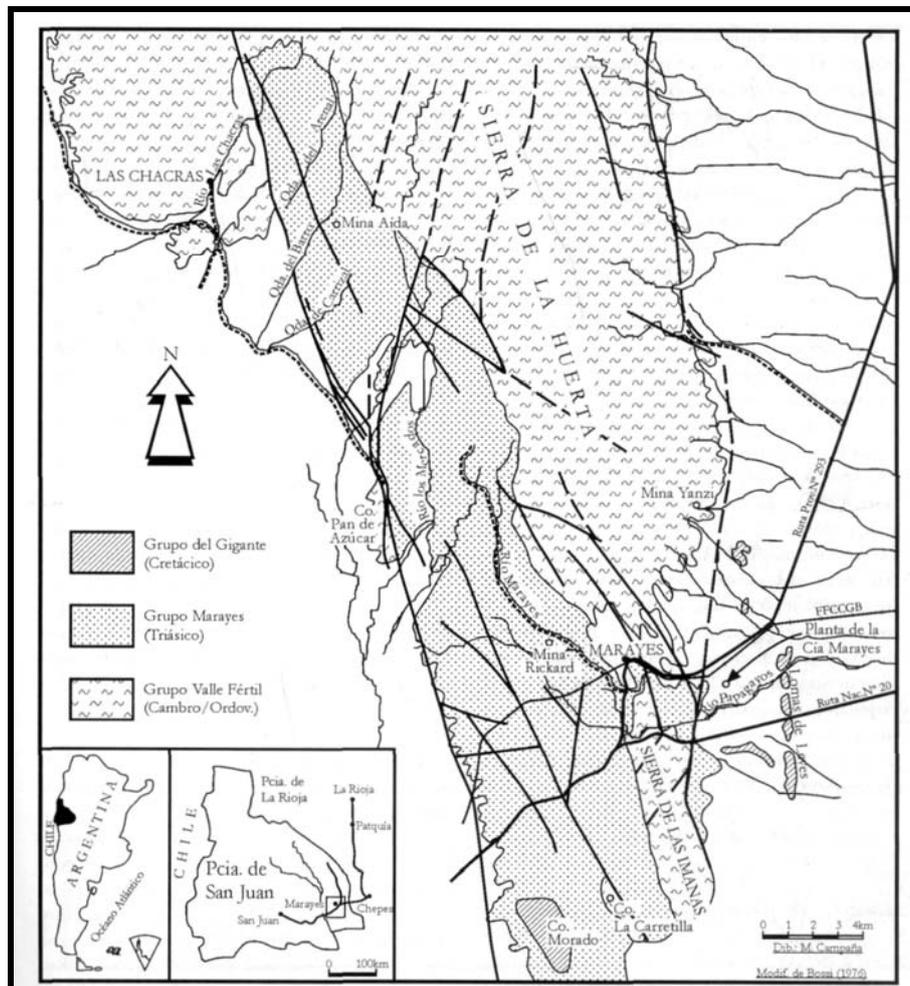


Figura 26: Esquema geológico de la región de Marayes. Tomado de Kokogian et al, 2001, modificado de Bossi (1975).

### Formación Esquina Colorada

Tiene 450-550 metros de espesor. Está compuesta por una sucesión sedimentaria granodreciente depositadas en ambiente de abanico aluvial con algunas intercalaciones tobáceas al tope.

### **Formación Carrizal**

Depósitos atribuidos a ambiente fluvial con algunas secciones de pelitas oscuras y mantos de carbón asignables a sistemas lacustres. Esta unidad es portadora de restos paleoflorísticos y material polínico. Tiene espesores que varían entre 100 y 350 metros.

### **Formación Quebrada del Barro**

Tiene un espesor de hasta 1400 metros y es atribuida a un episodio de reactivación tectónica. Son depósitos de un sistema aluvial proximal de conos coalescentes con alto relieve que provenían del OSO (protoChacras-Pan de Azúcar).

## Geología de los Bolsones

### Bolsón de Los Llanos

El Bolsón Los Llanos de La Rioja en las Sierras Pampeanas es la expresión actual de una cuenca sedimentaria denominada Cuenca de La Rioja.

La evolución estructural y estratigráfica de la cuenca se basa en estudios de sismica de reflexión correlacionados con estudios de áreas vecinas (Figura 27).

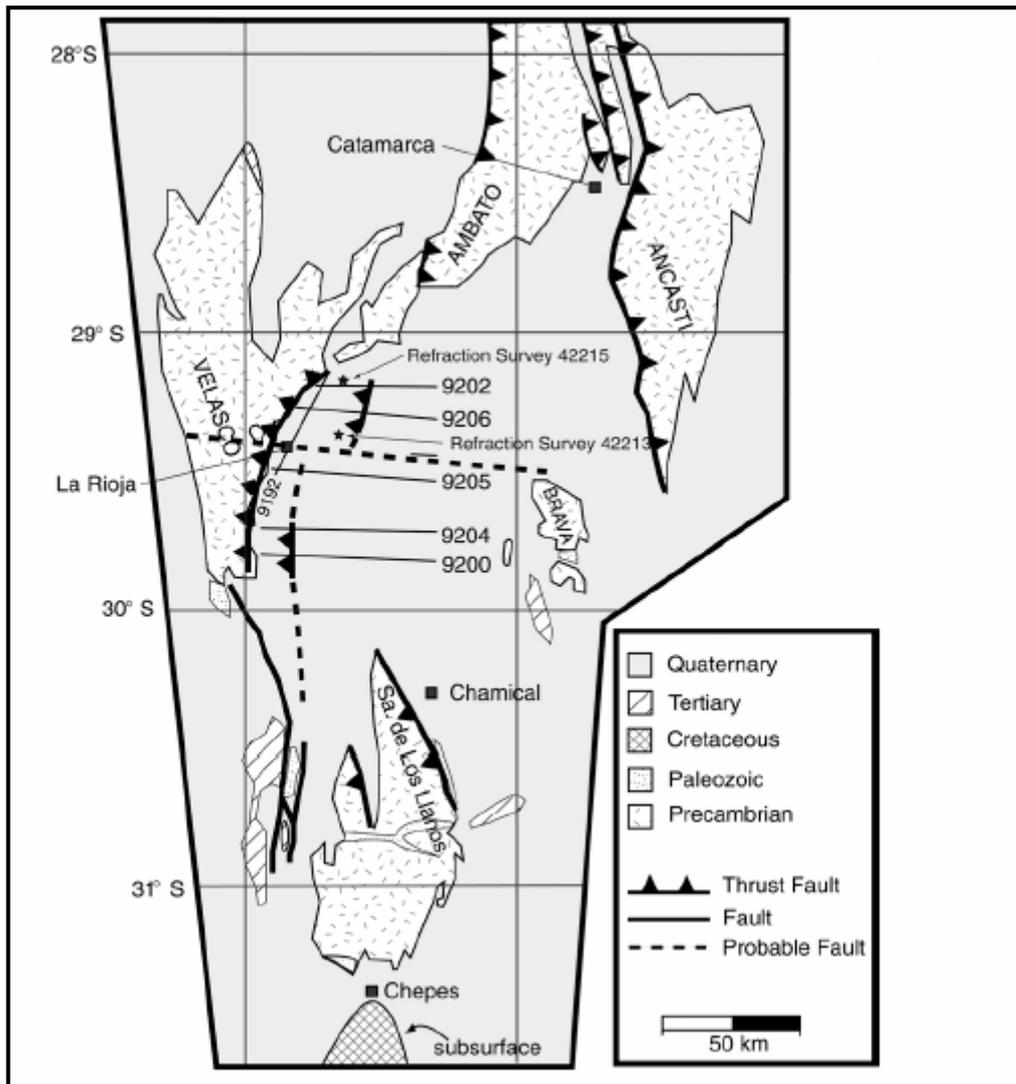


Figura 26: Geología de la cuenca La Rioja y localización de las líneas sísmicas 2D. (Tomado de Fisher et al., 2002).

La Cuenca de La Rioja está ubicada en la porción Norte-Central de las Sierras Pampeanas, con una elevación de 300 - 400 metros por encima del nivel del mar. Su expresión en superficie es el Valle (depresión) situado al este de la Sierra de Velasco, oeste de la Sierra de Ancasti y norte de la Sierra de Los Llanos (Figura 27).

Los datos sísmicos revelan alrededor de 3500 metros de sedimentos por encima del basamento cristalino, sin embargo las sierras que flanquean la cuenca muestran muy pocos o nada de afloramientos de sedimentos por encima del mismo, estos solo son observables al sur y sudeste de la grilla sísmica (Figuras 27 y 28).

Al sur de la ciudad de La Rioja, a menos de 150 Km y proyectados en el rumbo, se observan afloramientos de rocas Cretácicas en la parte sudoeste de las Sierras Pampeanas, y

en la parte oriental de las mismas en Sierras Chicas, definiendo dos cuencas de rift Cretácicas angostas con orientación N-S.

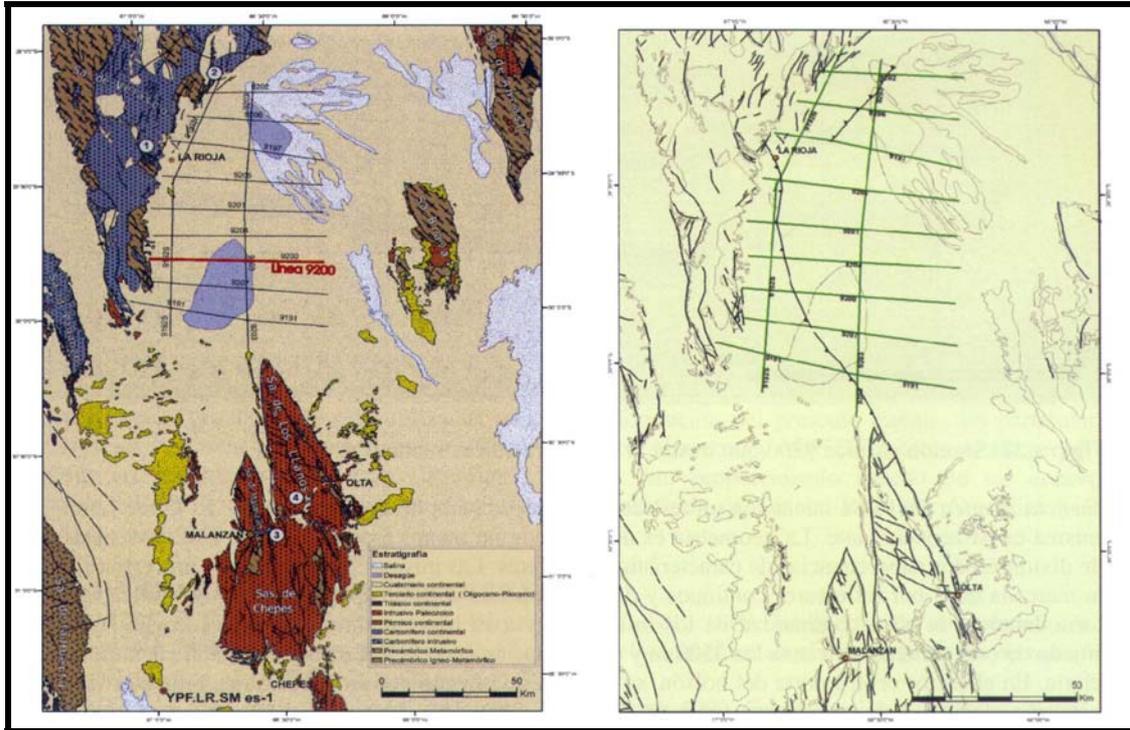


Figura 28: Bosquejo geológico y esquema estructural con localización de relevamientos sísmicos y relación con las serranías adyacentes en el Bolsón de los Llanos. (Tomado de Rosello et al, 2005).

Afloramientos del Grupo Paganzo pueden observarse a lo largo de la Sierra de Velazco y en la región de la Sierra Brava y de Chepes. Esto permite inferir la existencia de sedimentos Mesozoicos y Paleozoicos en subsuelo. No existen perforaciones, por lo tanto la interpretación está basada solo en la información sísmica y en los conocimientos geológicos regionales (ver Figuras 29, 30 y 31).

Para una aproximación al conocimiento de la estratigrafía y la estructura de esta cubeta, se recomienda la lectura Rosello et al 2005 y Fisher et al.2002.

### Secuencias sísmicas y estructura

Existen 4 paquetes sísmo-estratigráficas principales separadas por discordancias, ellas comprenden:

- La columna de edad probablemente pérmica del Grupo Paganzo, que se reconoce a lo largo de toda la cuenca, posee espesores de alrededor de 700 metros.
- Depocentros posteriores al Paleozoico que se distribuyen en angostas zonas de 10 a 15 Km de ancho, donde la depositación se encuentra produciendo traslape sobre un relieve previo provocado por fallamiento que afecta a los niveles paleozoicos. Estos depocentros son interpretados como de edad Mesozoica, probablemente relacionados a cuencas de rift Cretácicas.
- Traslapando a los delgados rifts y a los altos Paleozoicos que los limitan, se distingue un delgado nivel de reflectores de elevada amplitud vinculado a un nuevo evento de fallamiento.
- Por último existe un grueso paquete de estratos interpretados como pertenecientes al Terciario superior, que ha sido depositado contemporáneamente con la estructuración de las Sierras Pampeanas.

Esta última deformación es dominada por fallas inversas de alto ángulo con rumbo N-S y desplazamientos de 200 a 2000 metros. Las Fallas reconocidas al norte del valle no poseen continuidad con las fallas hacia el sur, sugiriendo la existencia de una zona de transferencia E-O, alineada con el extremo norte de la Sierra Brava y que pasa cerca de la ciudad de La Rioja (Figura 27).



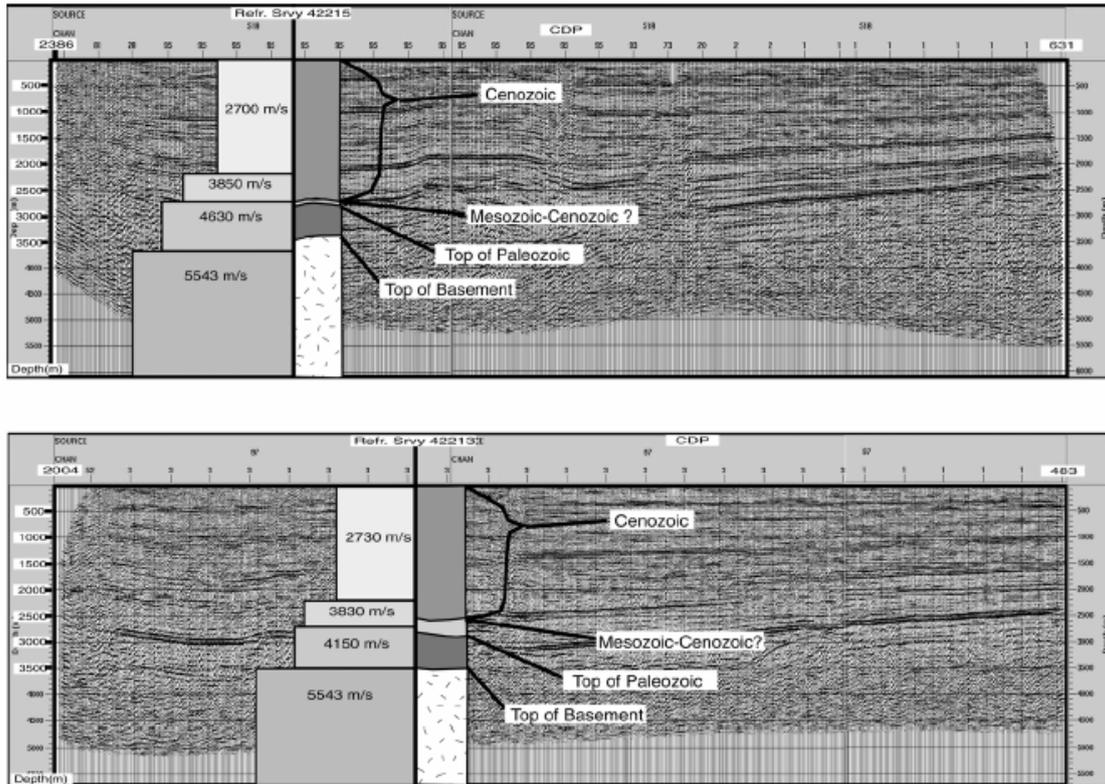


Figura 31: Interpretación de líneas sísmicas 9202 y 9206 (según Fisher et al, 2002).

Existen tres categorías de fallas:

1. fallas que cortan las reflexiones Paleozoicas, y las reflexiones de gran amplitud posteriores a las cuencas de rift, pero que no cortan los estratos Terciarios.
2. Fallas asociadas a rift local.
3. Fallas inversas de alto ángulo que cortan la mayoría de los estratos Terciarios (Fisher et al, 2002).

Otra característica deformacional, observable en las líneas O-E (Figura 29), es el plegamiento que se traduce en un sinclinal amplio, asimétrico, restringido a la parte occidental de la cuenca.

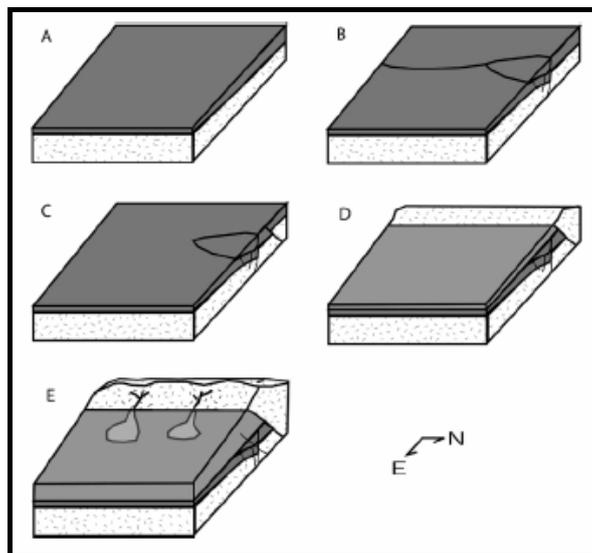


Figura 32: Esquemas simplificados que ilustran la evolución estructural a través del tiempo. (Tomado de Fisher et al, 2002).

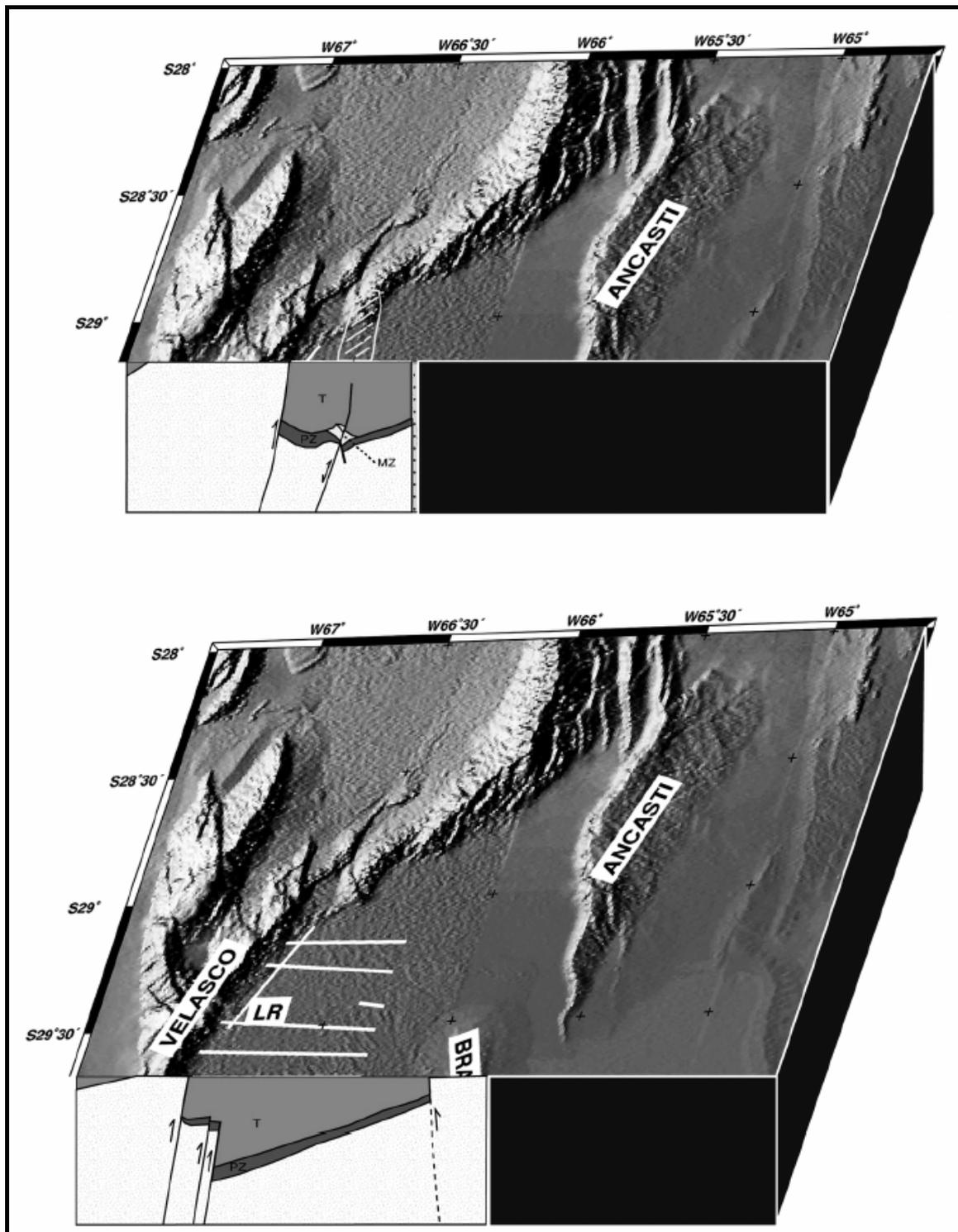


Figura 33: Esquemas tridimensionales a través de las líneas 9202 9204 con la interpretación simplificada. T= Terciario tardío, MZ= Mesozoico y Pz= Paleozoico. (Tomado de Fisher et al, 2002).

## Bolsón Pampa de Las Salinas

A través de información de subsuelo, se observan características geológicas afines y compartidas con la Cuenca Cuyana y el Bolsón Pagancillo. Se han observado algunas geometrías de hemigrábenes asimétricos asociados con fallamientos de crecimiento durante la sedimentación (Rosello et al, 2005).

El pozo Salinas de Mascasin proporcionó la única información clave para dilucidar la naturaleza del relleno sedimentario del Bolsón Pampa de Las Salinas. Este pozo se realizó al oeste de la Sierra de Chepes, y tocó el basamento granítico luego de atravesar la columna sedimentaria que revela la presencia de unidades continentales correspondientes al Paleozoico superior, Triásico, Cretácico y Terciario (Figura 34).

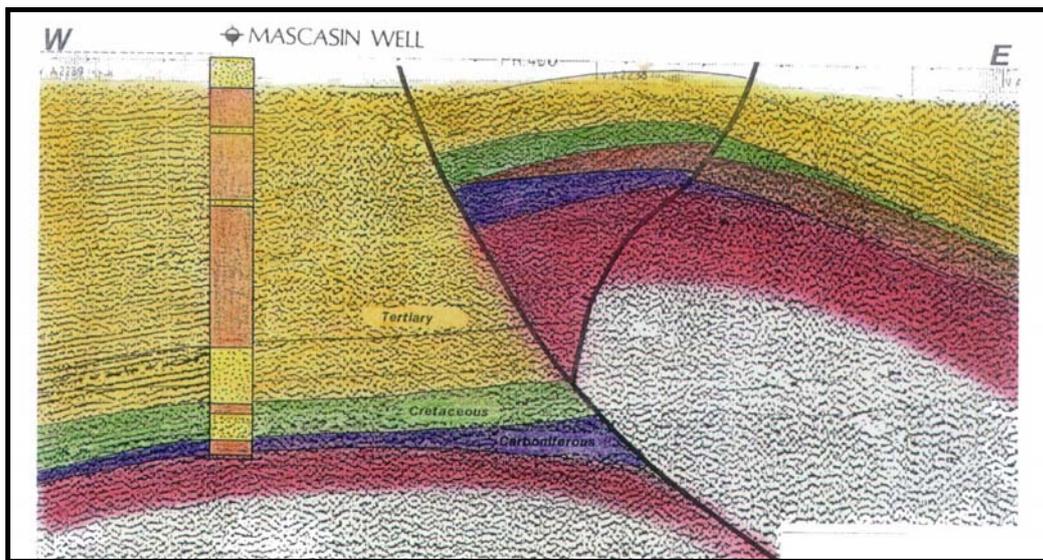
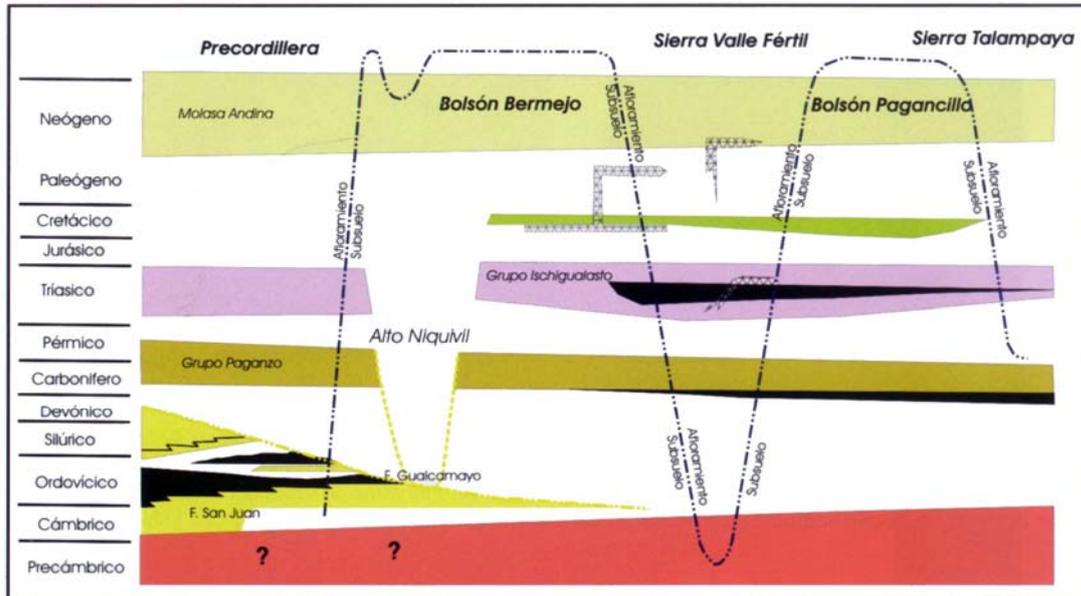


Figura 34: Localización del Pozo Salinas de Mascasin sobre una línea sísmica interpretada (según Rosello et al, 2005).

## Bolsón de Pagancillo

Este Bolsón es la continuación al este de los afloramientos de la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión o precisamente se trata de la expresión en subsuelo de la misma.



**Figura 35: Esquema cronoestratigráfico del relleno presente en los bolsones Pagancillo y Bermejo y en las serranías adyacentes. (Tomado de Rosello et al, 2005).**

Conforma un bloque parcialmente rotado de basamento y contiene en sus partes más profundas hasta 7000 metros de sedimentos, interpretados a partir de información de subsuelo.

Se considera un depocentro constrictivo de tipo hemi-rampa con diseño romboedral en planta (Rosello et al, 2005). Está variablemente cabalgado por sus cuatro bordes por el basamento pre-Terciario, mediante fallas inversas de alto ángulo (Figura 37) y de edades recientes.

También, es posible reconocer una actividad extensional previa del lineamiento Valle Fértil, que controló la generación del hemigraben Triásico, luego invertido (Figura 36).

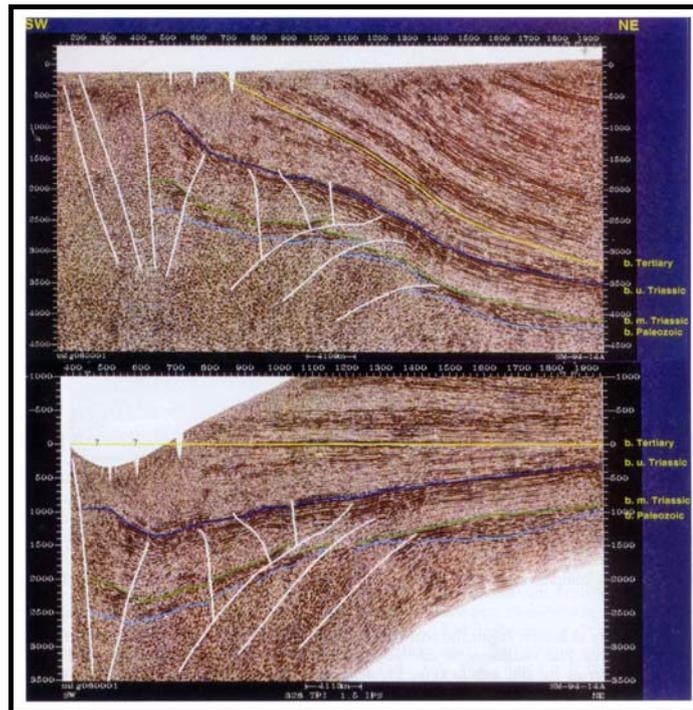


Figura 36: Línea sísmica que muestra el borde occidental del Bolsón Pagancillo. Abajo, horizontalizada a la base del Terciario. (Tomado de Rosello et al, 2005).

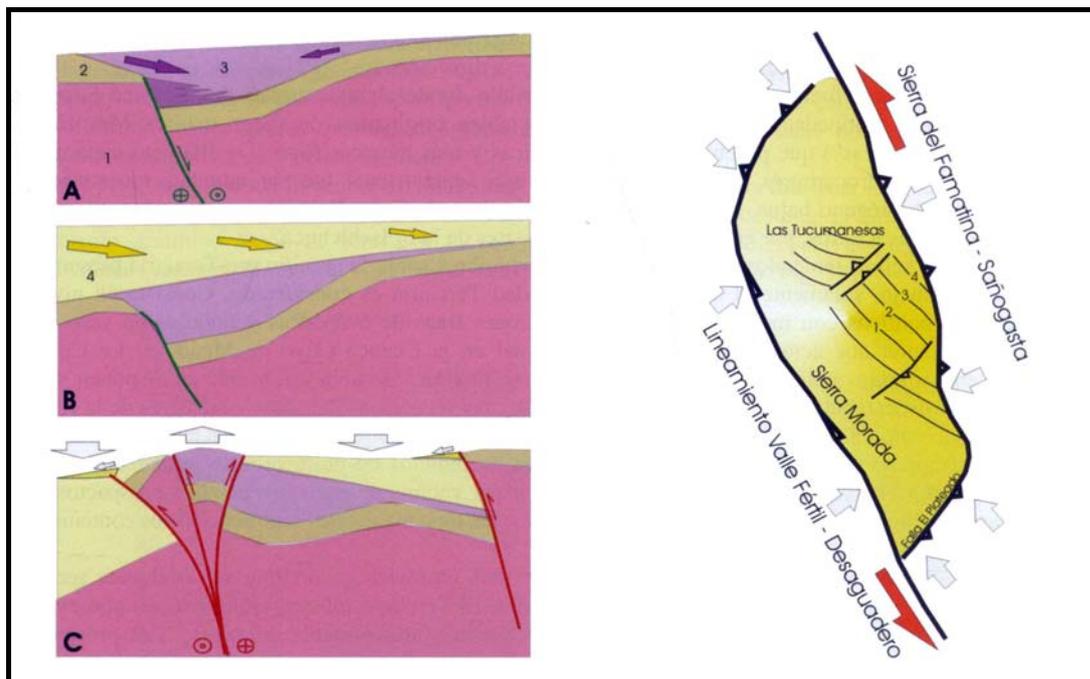


Figura 37: Esquema evolutivo del relleno sedimentario del Bolsón Pagancillo. 1= Basamento, 2= Paleozoico, 3= Triásico y 4= Neógeno. (Tomado de Rosello et al, 2005).

## Sistemas Petroleros Potenciales

En este capítulo se presenta una síntesis de los elementos que conforman el sistema petrolero usando básicamente datos publicados.

### Rocas Madres potenciales

#### Neopaleozoico

1. Las pelitas oscuras de la Formación **Guandacol** tienen valores de COT bajos a moderados (entre 0.1 y 2.5%, max.5%). La presencia de material cuticular y leñoso sugiere rocas con tendencia a la generación de gas (*gas prone*) (Fernández Seveso & Tankard, 1995).
2. Las pelitas de la Formación **Tupe** tienen una distribución bimodal, con valores de COT bajos a moderados (entre 0.5 y 2.5%, generalmente menores a 1%) en las pelitas grises, y valores altos (7% a más de 10% dependiendo el análisis) en lutitas carbonosas. Inclusive las facies marinas son pobres. El material orgánico consiste en estructuras leñosas, cutículas y esporinomorfos con tendencia a la generación de gas (*gas prone*) (en Villar y Lopez Gamundi, 1993 y en Fernández Seveso & Tankard, 1995)

Los índices de Hidrógeno y Oxígeno corresponden a un querógeno de tipo III-IV tanto para las Formaciones Tupe como para Guandacol (en Astini et al, 2005).

3. Para las Formaciones **Patquia – De la Cuesta**, se obtienen buenos valores de COT (promedio de 1.2%, max.5%. la materia orgánica se compone de amorfos aglutinados con bajo contenido leñoso, indicando un querógeno de tipo I y II lacustre con afinidades sapropélicas. El potencial sería con tendencia a la generación de petróleo (*oil prone*). Estas pelitas se encuentran en la base de la parte superior de la supersecuencia, y adquieren importancia en la parte Norte de la Cuenca Paganzo. El petróleo generado es observado en afloramientos donde llena poros, cavidades y fisuras (Fernández Seveso & Tankard, 1995). Las ocurrencias superficiales de petróleo en la cuenca Paganzo incluyen asfaltos e impregnaciones de petróleo en afloramientos del Terciario en Niquivil Viejo. Petróleo pesado ha sido reportado de los pozos de las áreas de Bermejo Niquivil y Las Salinas (en Fernández Seveso & Tankard, 1995)

#### Triásico

En el depocentro Salinas de Mascasín – Marayes, las pelitas gris oscuras y negras de la **Formación Carrizal** pueden alcanzar valores de COT de 9.9%. El querógeno es de tipo II. En cuanto a la madurez, los máximos valores de reflectancia de vitrinita sólo llegan al 0.58%, por lo tanto no ingresa en la ventana de generación todavía (en Chebli et al, 2001).

Datos de pirólisis sugieren valores relativamente altos de IH, potencialmente generadores de hidrocarburos líquidos, pero con volumen reducido debido a espesores de roca menores a 1 metro (en Astini et al, 2005).

Los niveles pelíticos de las Formaciones **Ischichuca** y **Los Rastros** arrojaron valores de COT de alrededor de 3%, con valores extremos de hasta 30%. El querógeno es de tipo II, con tipo I subordinado. En cuanto a su madurez, la reflectancia de la vitrinita se sitúa entre 0.5 y 0.75% (en Chebli et al, 2001). Los valores de IH son bajos. Asumiendo una geometría de cuña y una extensión areal conservada (750Km<sup>2</sup>) para las intercalaciones de pelitas negras, se estima que el volumen total de pelitas ricas orgánicamente puede llegar a 40 Km<sup>3</sup> (Melchor, 2005). La materia orgánica puede haber alcanzado la madurez térmica que permite la generación de petróleo (Melchor, 2005).

### Potenciales Reservorios

#### Bolsón Pampa de Las Salinas

Dentro del ámbito Las Salinas – Marayes, tanto las areniscas de la Formación Malanzán como las de la Formación La Colina (neopaleozoicas), ofrecen buenas características petrofísicas. Adicionales rocas reservorio pueden localizarse en diversos tramos del Grupo El Gigante (Jurásico tardío a Cretácico) y en los niveles basales de los estratos Terciarios (Chebli et al, 2001).

### **Bolsón de Pagancillo**

Dentro del Bolsón de Pagancillo, eventuales reservorios pueden ser los paquetes arenosos fluviales y fluviodeltaicos del Triásico (Fm. Los Rastros) (Chebli et al, 2001 y Melchor, 2005), depósitos eólicos Terciarios y depósitos eólicos – fluviales del Pérmico (Astini et al, 2005).

### **Bolsón de Los Llanos**

Téngase en cuenta que las unidades que rellenan esta cubeta no afloran y que además la misma no ha sido aún perforada, por lo tanto lo que aquí se expresa es de carácter puramente especulativo.

Para la Cuenca de la Rioja la secuencia estratigráfica podría ser desde el punto de vista litológico, muy similar a los de las otras cubetas, por lo que se esperaría el desarrollo de paquetes psamíticos - psefiticos equivalentes de diversas edades.

### **Potenciales Sellos**

#### **Bolsón Pampa de Las Salinas**

Distintos intervalos pelíticos de diferentes edades podrían constituir sellos efectivos. Según las litologías que se encontraron en el sondeo SMes-1, podemos encontrar:

1 - Espesores de pelitas interesantes en la base del Terciario (entre 2300 y 2345 mbbp).

2 - También podría reunir dichas características diversos paquetes que constituyen Mesozoico Indiferenciado en el Pozo (por ejemplo 2511 – 2530 mbbp, 2840 – 2870 mbbp y 2937 – 3027 mbbp, etc.).

#### **Bolsón de Pagancillo**

En el caso del Bolsón de Pagancillo se encuentran espesores importantes de granulometría fina en las Formaciones: Ischichusca, Los Rastros e Ischigualasto.

#### **Bolsón de Los Llanos**

En este Bolsón cabe esperar de intervalos pelíticos asociados con facies de abanicos aluviales distales en unidades de edades Terciarias, así como también el desarrollo de pelitas lacustres más antiguas (Triásico – Paleozoicas).

### **Potencial de Sobrecarga**

Los sedimentos continentales cenozoicos comenzaron a depositarse hace unos 21,6 Ma (Jordan et al., 1993). Subsecuentemente, a la depositación de los niveles cuspidales de esta secuencia (aprox 4,6 Ma) se produce el levantamiento de las Sierras Pampeanas Occidentales (Sierras Tarjados, Sierra Morada, etc.). Como consecuencia de esto, la porción distal de la cuenca de antepaís andina se convierte en una cuenca intramontana. Las sedimentitas neógenas del Bolsón de Pagancillos pueden correlacionarse adecuadamente con equivalentes vecinos, mejor expuestos, ya que una reconstrucción paleoambiental regional de la primitiva cuenca de antepaís andina permite reconocer una ancha y única faja de sedimentación sin importantes restricciones topográficas. Así, la secuencia neógena de La Troya, localizada más hacia el norte, exhibe un mínimo de 4700 metros de espesor. Algo

similar ocurre en una posición andina mas proximal, en la Sierra de Huaco, donde la secuencia clástica de edad similar desarrolla 5400 metros de espesor (Rosello, 2005).

En el campo de Talampaya se registran algo más de 2300 metros de espesor de sedimentitas Terciarias las cuales fueron depositadas a partir de los 28 Ma. (Malizia, et al., 1995).

Debe tenerse en cuenta que, los espesores registrados no representan el total de la depositación real, sino que una buena porción de sedimentos fue erosionada en distintas etapas del desarrollo de la cuenca de antepaís.

## Bibliografía útil para el Conocimiento Geológico- Petrolero de la Provincia de La Rioja:

Álvarez, LA., F. Fernández Severo, M.A Pérez y N.D. Bolatti, 1989. *Estratigrafía de la Cuenca Saliniana*. XI Congreso Geológico Argentino, Actas II: 145-148.

Andreis, R. R., R. Cúneo y A. D. Rolón, 1984. *Definición formal de los " Estratos de Arroyo Totoral ", Pérmico inferior, Sierra de Los Llanos, Provincia de La Rioja*. IX Congreso Geológico Argentino, S.C. de Bariloche. Actas V: 209-229.

Arcucci, A., Forster, C., Abdala, F., May, C. & Marsicano, C., 1995. *"Theropod" Tracks from the Middle Triassic of La Rioja, Argentina*. Journal of Vertebrate Paleontology, 15(3), Supplement, 16 A, USA.

Astini, R., D'ávila, F., López Gamundí, O., Gómez, F., Collo, G., Ezpeleta, M., Martina, F. y Ortiz, A., 2005. *Cuencas de la región Precordillerana*. en Chebli, G. A., Cortiñas J. S., Spalletti, L. A., Legarreta, L. y Vallejos, E. L. (Edits.): *Frontera Exploratoria, VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Mar del Plata*, 6:115-155.

Azcuy C.L., Carrizo H.A. y Caminos R., 1999. "Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael". Ed. R. Caminos. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Geología Argentina, Anales 29 (12): 261-317. Buenos Aires.

Baldis, B. A. J., Martínez, R., Villegas, R., Pereyra, M. E. Y Pérez, A. M., 1990. *Estructura, Provincialismo Geológico y Unidades Tectonoestratigráficas*. En: Bordonaro, O. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan*. XI Congreso Geológico Argentino, Relatorio, San Juan.

Bellosi, E. S., G. E. Bossi y G. Jalfin, 1984. *Depósitos Fluviolacustres de la margen NE de la cuenca Pérmica de Paganzo, Formación La Antigua, La Rioja*. IX Congreso Geológico Argentino, S.C. de Bariloche. Actas V: 230-242.

Bellosi, E. S., Jalfin, G. A., Bossi, G. E., Boggetti, D., Chebli P. y Muruaga, C., 2001. *Facies y Sedimentación*. En: Artabe, A. E., Morel, E. M. y Zamuner, A. B. (Edits.): *El Sistema Triásico en la Argentina*. Fundación Museo de la Plata "Francisco P. Moreno": 103-129. La Plata.

Bellosi, E., Jalfin, G., Bossi, G., Muruaga, C., Boggetti, D. y Chebli, P., 2001. *Ambientes Sedimentarios en Cuencas Triásicas de Argentina*. Boletín de Informaciones Petroleras, 68: 54-83, Buenos Aires.

Bonaparte, J. F., 1997. *El Triásico de San Juan-La Rioja, Argentina y sus Dinosaurios*. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia: 190pp., Buenos Aires.

Bossi, G., 1975. *Geología de la cuenca de Marayes – El Carrizal*. VI Congreso Geológico Argentino, Actas 23-38.

Caminos, R., Fauqué, L., Cingolani, C., Varela, R. y Morel, E., 1993. *Estratigrafía y Estructura del Devónico – Carbonífero en el sector septentrional de la Sierra de la Punilla, Precordillera de la Rioja y San Juan*. Actas, 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso Exploración Hidrocarburos, 2:31-41, Mendoza.

Charrier, R. 1979. *El Triásico en Chile y Regiones Adyacentes de Argentina:Una Reconstrucción Paleogeográfica y Paleoclimática*. Comunicaciones: Universidad de Chile, 26: 1-37, Santiago de Chile.

- Chebli, G. A., Ploszkiewicz, J. V. Y Azpiroz, G. M., 2001. *El Sistema Triásico y los Hidrocarburos*. En: Artabe, A. E., Morel, E. M. Y Zamuner, A. B. (Eds.): *El Sistema Triásico en La Argentina*. Fundación Museo de la Plata "Francisco P. Moreno": 283-315. La Plata.
- Comínguez, A.H. y V.A. Ramos, 1991. *La estructura profunda entre Precordillera y Sierras Pampeanas de la Argentina: evidencia de la sísmica de reflexión profunda*. Rev. Geol. Chile, 18: 3-14.
- Dávila, F.M., R.A. Astini & T.E. Jordan, 2005. *Long-wavelength subsidence in the Andean broken foreland: Sublitospheric controls on the sedimentation and topography of the Sierras Pampeanas?* ISAG 2005, Barcelona.
- De la Mota, H.F., 1948. *Sobre las posibilidades petrolíferas en la depresión que media entre las sierras de Valle Fértil y de los Llanos con preferente atención a las características geológicas visibles en el borde occidental de la sierra-Chepes, Provincia de La Rioja*- Informe Geológico Inédito YPF.
- Fernández-Seveso, F. & Tankard, A.J., 1995. "Tectonics and stratigraphy of the Late Paleozoic Paganzo Basin of Western Argentina and its regional implications". In: A.J. Tankard; R. Suárez Soruco; H.J. Welsink (eds.). Tulsa: American Association of Petroleum Geologist Memoir 62, p.285-301.
- Fisher, N.D., T.E Jordan & L. Brown, 2002. *The structural and stratigraphic evolution of the La Rioja basin, Argentina*. Journal of South American Earth Sciences 15: 141-156.
- Furque, G., 1965. *Geología de la región del Cerro la Bolsa ( provincia de La Rioja )*. II Jornadas Geológicas Argentinas, Actas: 181-215, Buenos Aires.
- Georgieff, S., 1992. *Análisis Estratigráfico del subsuelo del campo de Talampaya ( Cuenca de Ischigualasto-Ischichuca, La Rioja, Argentina)*. IV Reunión Argentina de Sedimentología, Actas III: 9-16.
- González C.R. y G.E. Bossi, 1986. *Los depósitos carbónicos al oeste de Jagüel, La Rioja*. IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 1: 231-236, Mendoza.
- González Segura, J.V., 1987. *Propuesta Estructural para la zona Pagancillo – Famatina – Sañogasta, Sierras Pampeanas, Argentina*. X Congreso Geológico Argentino.
- Groeber, P. y Stipanovic, P. N., 1953. *Triásico*. En: Groeber, P. F. Y Mingramn, A. R. G., (Eds.), *Mesozoico, Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA, 2(1): 13-141, Buenos Aires.
- Hernández, N., D. Apreda, G. Vergani y J. Cerdán, 2005. *Interpretación del subsuelo en el Bolsón de los Llanos, Provincia de La Rioja, Argentina*. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos.
- Introcaso, A., M.C. Pacino & H.Fraga, 1992. *Gravity, isostasy and Andean crustal shortening between latitudes 30° and 35° S*. Tectonophysics, 205: 31-48.
- Kokogian, D. A., Seveso, F. F. y Mosquera, A., 1993. *Las Secuencias Sedimentarias Triásicas*. En: Ramos V. A. (Ed.): *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, I (7): 65-78, Buenos Aires.
- Kokogian, D. A., Spalletti, L. A., Morel, E. M., Artabe, A. E., Martínez, R. N., Alcober, O. A., Milana, J. P., Zavattieri, A. M. y Papu, O. H., 1999. *Los Depósitos Continentales Triásicos*. En: Caminos, R. (Ed.): *Geología Argentina, Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino*,

Anales, 29: 377-398, Buenos aires.

Kokogian, D. A., Spalletti, L. A., Morel, E. M., Artabe, A. E., Martínez, R. N., Alcober, O. A. Milana, J. P. y Zavattieri, A. M., 2001. *Estratigrafía del Triásico Argentino*. En: Artabe, A. E., Morel, E. M. y Zamuner, A. B. (Eds.): *El Sistema Triásico En La Argentina*, Fundación Museo de La Plata "Francisco P. Moreno": 23-54, La Plata.

Limarino, C. O., R. L. Caminos y L. Fauqué, 1996. *Caracterización litoestratigráfica y correlación regional de la Formación Ranchillos ( Carbonífero superior- Pérmico ), Cordillera Frontal de La Rioja*. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas I: 513-530.

López Gamundí, O. R., Alvarez, L., Andreis, R. R., Bossi, G. E., Espejo, I., Fernández seveso, F. F., Legarreta, L., Kokogian, D., Limarino, C. O. y Sessarego, H., 1989. *Cuencas Intermontanas*. En: Chebli, G. A. y Spalletti, L. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie Correlación Geológica N° 6*. Instituto Superior de Correlación Geológica. Universidad Nacional de Tucumán: 123-167. Tucumán.

Malizia, D.C., J.H. Reynolds & K.D. Tabbutt, 1995. Chronology of Neogene sedimentation, stratigraphy, and tectonism in the Campo de Talampaya region, La Rioja province, Argentina. *Sedimentary Geology*, 96: 231-255.

Martínez, M.P., M.E Jiménez, A. Introcaso, F. Ruiz, M. Hünicken y B. Introcaso, 2000. *Carta Gravimétrica de la Provincia de La Rioja ( 1999 ); Anomalías simples de Bouguer*. Instituto Geofísico Sismológico Ing. F.S. Volponi, Universidad Nacional de San Juan.

Melchor, R. N., 2005. *Secuence Stratigraphic análisis of Lacustrine Facies in a Half-Graben: example from The Triassic Ischigualasto-Villa Unión basin ( Argentina )*. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Mar del Plata.

Milana, J. P., 1998. *Anatomía de Parasecuencias de un lago de Rift y su relación con la generación de Hidrocarburos, Cuenca Triásica de Ischigualasto, San Juan*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53: 365-387, Buenos Aires.

Milana, J. P. y Alcober, O., 1994. *Modelo Tectosedimentario de la Cuenca Triásica de Ischigualasto (San Juan, Argentina)*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 49: 217-235, Buenos Aires.

Mombrú, C., 1973. *Geología del extremo sur del Bolsón de Pagancillo – Sierras del Cerro Blanco y Vilgo ( Provincia de La Rioja )*. YPF, Buenos Aires, Informe Inédito.

Mozetic, A., 1975. *El Triásico de los alrededores al Valle del Río Bermejo, provincias de la Rioja y San Juan*. Tesis doctoral N° 1476, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Inédita.

Ortiz, A., 1965. *Informe geológico sobre los trabajos realizados en el área del Bolsón de Jagüe y Quebrada de la Troya, Provincia de La Rioja*. YPF, Buenos Aires, Informe Inédito.

Ramos, V.A. y S.M. Kay, 1991. "Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina". En R.S. Harmon y C.W. Rapela (eds.) *Andean magmatism and its tectonic setting*. Geological Society of America, Special Paper 265: 79-91

Rossello, E., Limarino, C. O., Ortiz, A. y Hernández, N., 2005. *Cuencas de los Bolsones de San Juan y La Rioja*. En Chebli, G. A., Cortiñas J. S., Spalletti, L. A., Legarreta, L. y Vallejos, E. L. (Eds.): *Frontera Exploratoria*, VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, 7:147-173, Mar del Plata.

Rosello, E.A., M.E. Mozetic, P.R. Cobbold y O.R. López-Gamundí, 1997. *El Bolsón de Patancillo ( La Rioja, Argentina ): una fosa tectónica constrictiva en un ambiente subandino y su*

*relación con al lineamiento de Valle Fértil.* VI Simposio Bolivariano: Petroleum exploration in the Subandean basins. Actas 1: 32-45, Cartagena, Colombia.

Spalletti, L. A., Artabe, A. E., Morel, E. M. Y Brea, M., 1999. "Biozonación paleoflorística y cronoestratigrafía del Triásico Argentino", *Ameghiniana*, 36 (4):419-451.

Spalletti, L. A., 2001. *Evolución de las Cuencas Sedimentarias*. En Artabe, A. E., Morel, E. M. y Zamuner, A. B. (Eds.): *El Sistema Triásico En La Argentina*. Fundación Museo de La Plata "Francisco P. Moreno". 81-101. La Plata.

Stipanovic, P. N., 1983. *The Triassic of Argentina and Chile*. En: M. Moullade & Naim A. E. M. (Eds.), *The Phanerozoic Geology of The World II, The Mesozoic*, V:181-199. Elsevier Scientific Publication, Amsterdam.

Stipanovic, P. N. y Bonaparte, J. F., 1979. *Cuenca Triásica de Ischigualasto-Villa Unión (Provincias de la Rioja y San Juan)*. En: Turner, J. C., (Ed.): *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, I: 523-575, Córdoba.

Uliana, M.A., K.T. Biddle & J. Cerdan, 1989. *Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins*. In: Tankard, A.J. & H.R. Balkwill (Eds). *Extensional tectonics and stratigraphy of North Atlantic margins*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 46: 599-614.

Tankard, A. J., Uliana, M. A., Welsink, H. J., Ramos, V. A., Turic, M., Franca, A. B., Milani, E. J., De Britoneves, B. B., Eyles, N., SkarmetA, J., Santa Ana, H., Wiens, F., Cibian, M., Lopez Paulsen, O., Germs, G. J. B., De Wit, M. J., Machacha, T. & Miller, R. MCG., 1995. *Structural and Tectonic controls of basin evolution in Southwestern Gondwana during The Phanerozoic*. In Tankard, A. J., R. Suárez, S. & Welsink, H. J. (Edits.): *Petroleum Basins of South America*. American Association of Petroleum Geologist, Memoir 62: 5-52. Tulsa.

Veevers, J.J, C.McA. Powell, J.W. Collinson & O.R López-Gamundí, 1994. *Synthesis*. In: Veevers, J.J, Powell, C.McA. ( Eds.): *Permian-Triassic Basins and Foldbelts along the Panthalassan Margin of Gondwanaland*. GSA Memoir, 184:331-354.

Villar, H.J. y O.R., López-Gamundí, 1993. *Carbones y pelitas carbonosas del Carbonífero de la cuenca de Paganzo: contexto litofacial y potencial generador de hidrocarburos*. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas I: 375-381.