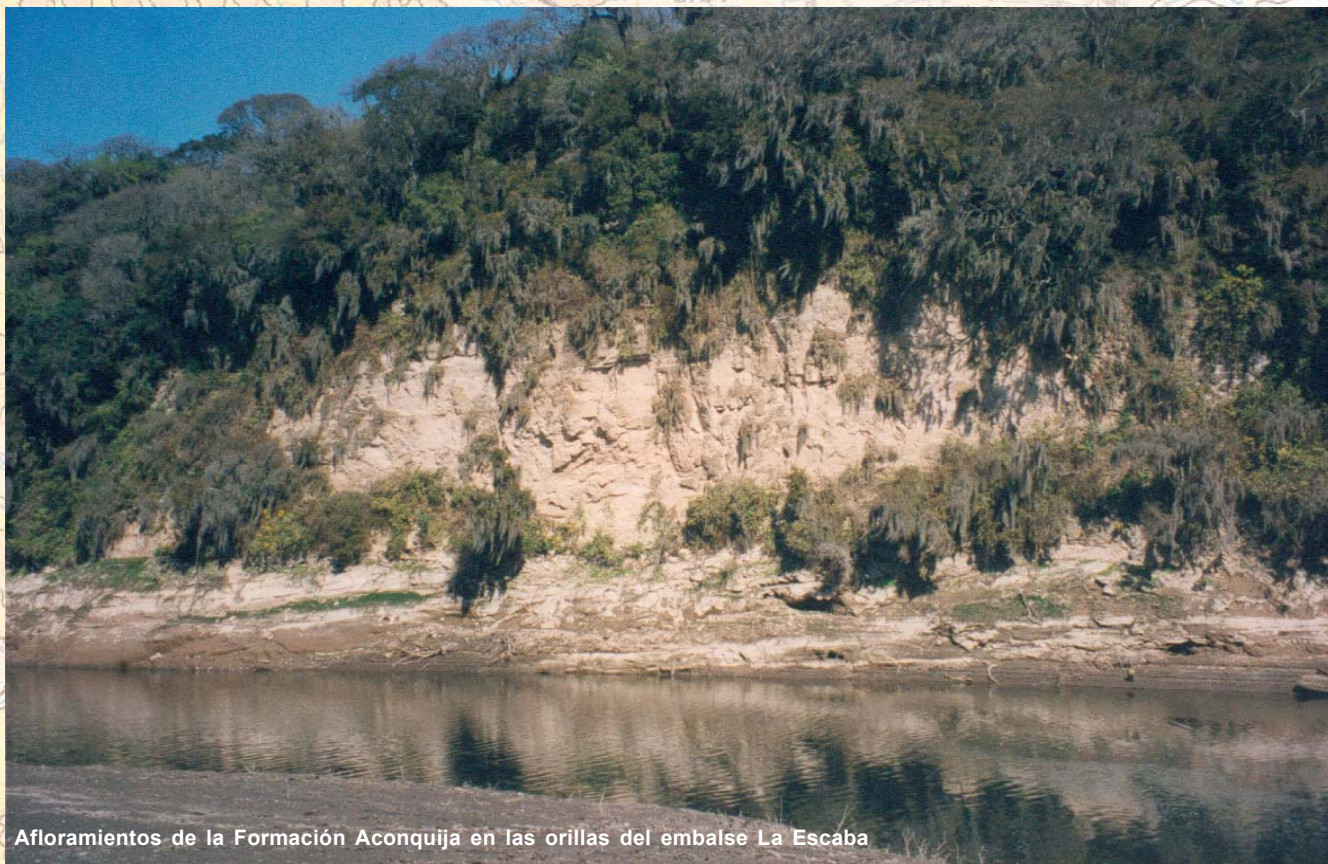


# Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

**1:250.000**

## Hoja Geológica 2766-IV Concepción



Afloramientos de la Formación Aconquija en las orillas del embalse La Escaba

### Provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero

Carlos Nelson Dal Molin, Diego Fernández y Leonardo Escosteguy

*Geomorfología:* Daniela Villegas  
*Recursos Minerales:* Osvaldo González y Liliana del Valle Martínez  
*Supervisión:* Osvaldo González



**INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

**SEGEMAR**

SERVICIO GEOLOGICO MINERO ARGENTINO



**Programa Nacional de Cartas Geológicas  
de la República Argentina  
1:250.000**

Hoja Geológica 2766–IV

**Concepción**

Provincias de Tucumán, Catamarca y  
Santiago del Estero

Carlos Nelson Dal Molin, Diego Fernández y Leonardo Escosteguy

*Geomorfología: Daniela Villegas  
Recursos Minerales: Osvaldo González y Liliana del Valle Martínez  
Supervisión Osvaldo González*

Normas, dirección y supervisión del Instituto de Geología y Recursos Minerales

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO  
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

**Boletín Nº 342**  
Buenos Aires - 2003

## **SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO**

---

Presidente: Ing. Jorge Mayoral

Secretario Ejecutivo: Lic. Pedro Alcántara

### **INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

---

Director: Lic. Roberto F. Page

### **DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL**

---

Director: Lic. José E. Mendía

## **SEGEMAR**

Avenida Julio A. Roca 651 • 10° Piso • Telefax 4349-4450/3115  
(C1067ABB) Buenos Aires • República Argentina  
[www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar) / [segemar@secind.mecon.gov.ar](mailto:segemar@secind.mecon.gov.ar)

#### **Referencia bibliográfica**

DAL MOLIN, C., D. FERNÁNDEZ, L., ESCOSTEGUY, D.,  
VILLEGAS, O., GONZÁLEZ y L., MARTÍNEZ 2003.  
Hoja Geológica 2766-IV, Concepción, provincias de Tucumán,  
Catamarca y Santiago del Estero.  
Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico  
Minero Argentino. Boletín 342, 41 p.  
Buenos Aires.

ISSN 0328-2333

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	.....	1
<b>ABSTRACT</b>	.....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	.....	3
Naturaleza y metodología del trabajo	.....	3
Situación y características geográficas	.....	3
Antecedentes bibliográficos	.....	4
<b>2. ESTRATIGRAFÍA</b>	.....	4
Relaciones generales	.....	4
2.1. Precámbrico-Paleozoico	.....	4
Basamento metamórfico-ígneo	.....	4
Filitas cuarzosas bandeadas	.....	5
Migmatitas, intrusivos sintectónicos y pegmatitas	.....	6
Micacitas y gneises inyectados con anfibolitas intercaladas	.....	8
2.2. Paleozoico	.....	9
2.2.1.    Cámbrico	.....	9
Formación El Alto	.....	9
2.2.2.    Ordovícico	.....	9
Granitoides Ordovícicos	.....	9
2.2.3.    Carbonífero	.....	11
Granito San Ignacio-Los Pinos	.....	11
2.3. Mesozoico	.....	11
2.3.1.    Cretácico	.....	11
Subgrupo Pirgua	.....	11
2.4. Cenozoico	.....	12
2.4.1.    Paleógeno	.....	12
2.4.1.1.    Eoceno	.....	12
Formación Aconquija	.....	12
2.4.2.    Neógeno	.....	17
2.4.2.1.    Mioceno	.....	17
Formación Río Salí	.....	17
Formación Guasayán	.....	17
Complejo Volcánico Portezuelo de las Ánimas	.....	18
2.4.2.2.    Plioceno	.....	18
Formación Las Pavas	.....	18
Formación Las Cañas	.....	19
Formación Los Corrales	.....	20

2.4.3.	Cuaternario	.....	21
2.4.3.1.	Pleistoceno	.....	21
	Formación Concepción	.....	21
2.4.3.2.	Holoceno	.....	22
	Depósitos pedemontanos	.....	22
	Depósitos aluviales	.....	23
	Depósitos de remoción en masa	.....	23
	Depósitos eólicos	.....	23
	Depósitos fluviales	.....	23
	Depósitos salinos	.....	25
3.	<b>TECTÓNICA</b>	.....	25
4.	<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	.....	27
	Ambiente serrano	.....	27
	Ambiente pedemontano	.....	29
	Ambiente de llanura	.....	30
5.	<b>HISTORIA GEOLÓGICA</b>	.....	32
6.	<b>RECURSOS MINERALES</b>	.....	33
	Arenas y cantos rodados	.....	33
	Cuarzo	.....	34
	Granito	.....	34
	Piedra laja	.....	36
	Triturados pétreos	.....	36
	Yeso	.....	37
7.	<b>SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO</b>	.....	37
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	38

## RESUMEN

La Hoja 2766-IV, Concepción, abarca la mitad sur de la provincia de Tucumán y parte de las provincias de Catamarca y Santiago del Estero. El relieve de la comarca está dominado por una extensa planicie correspondiente a la llanura tucumana, limitada en el oeste por un sistema serrano formado por la sierra de Aconquija y las cumbres de Santa Ana, los Llanos, del Potrerillo, Narvárez, las Higueras, de Balcosna y la sierra de Humaya. En el sector sureste se levanta la sierra de Guasayán, con un rumbo norte-sur.

El clima es diferente según la estación y la altura. En las regiones más bajas la temperatura media en verano es de 27,5°C y en invierno de 13°C. Del sector montañoso hay muy poca información oficial. Los vientos dominantes soplan del sector norte.

La región presenta las características geológicas propias de Sierras Pampeanas. Posee grandes bloques de basamento cristalino alargados en sentido norte-sur, levantados por fallas inversas que presentan un arreglo doble vergente. En su composición intervienen rocas metamórficas, graníticas y mixtas de edades precámbricas y paleozoicas. En las partes bajas de los flancos montañosos y en algunos valles interiores se adosan sedimentitas cretácicas, paleógenas y neógenas que constituyen el Subgrupo Pirgua, la Formación Aconquija y la Formación Río Salí respectivamente. Estas rocas fueron ascendidas junto con los bloques de basamento cristalino. Al pie de estas sierras se encuentran extensos depósitos cuaternarios de piedemonte, fluviales y eólicos.

Desde el punto de vista geomorfológico se reconocen tres ambientes bien diferenciados. En el sector occidental predomina un relieve labrado sobre rocas de basamento y sedimentitas terciarias, constituido por bloques fracturados y elevados. Los procesos endógenos junto con los de erosión, principalmente la actividad fluvial, han configurado el actual paisaje serrano. En el resto de la Hoja se reconocen los ambientes pedemontano y de llanura, resultantes principalmente de la actividad agradacional fluvial y la acción eólica respectivamente. Las partes altas de estas sierras presentan algunos rasgos glaciares, como circos y morenas.

En la sierra de Aconquija existen áreas con alteración hidrotermal con presencia de sulfuros de hierro (pirita) y óxidos de cobre en algún caso. En la sierra de Guasayán se produjo la extracción de triturados pétreos hasta años recientes. También se explotó yeso de los depósitos neógenos hasta la década del setenta.

En los lechos de los ríos del llano tucumano se extrae arena y grava para la construcción y material arcilloso para manufactura de ladrillo común.

## ABSTRACT

The sheet 2766-IV Concepción, contains the southern half of the Tucumán Province and part of the Catamarca and the Santiago del Estero Provinces. The district's relief is dominated by a vast plain that constitutes the "Llanura de Tucumán", which is limited to the west by several mountain systems: the Aconquija, Santa Ana, los Llanos, Potrerillo, Narvárez, las Higueras, Balcosna and Humaya. The Guasayán Hill is located in the southeast area, with a north-south strike.

The climate varies according to the season and the altitude. The temperature is 27,5°C in summer and 13°C in winter in the lower grounds. There aren't many official registers about the mountain sector. The prevailing winds are those from the North.

The district belongs to Sierras Pampeanas province. It is characterized by blocks of crystalline basement with strike North, raised by reverse faults that presents a double wedge thrusting. Its composition is metamorphic and granitic. The age is precambrian. In the lowest parts of the mountains flanks and in some valleys the pliocene and miocene sandstones are present. They are Pirgua Subgroup, the Aconquija and Río Salí Formation. They were raised with the basement. Quaternary deposits are extensive in the foothills, such as piedmont, fluvial and eolian deposits.

From the geomorphological point of view, there are three environments well marked. In the western area predominates a relief of fractured and raised blocks constituted by basement and paleogene rocks. The erosion processes, principally the fluvial action, have configured the actual mountain landscape. The plain and foothill environments that appears in the rest of the sheet, result from the fluvial and eolian actions. There are glacial shapes in the highest sectors of the hills such as moraines and cirrus.

In the Aconquija belt, there are areas with hydrothermal alteration where there are iron sulphides (pyrite) and, in some cases, copper oxides.

The extraction of triturated stone from the Guasayán range, was fact until recent years. Gypsum was exploited from neogene deposits until the seventies.

From the layer of the rivers of Tucumán plain is obtained sand and pebbles for construction and clay material for manufacture common bricks.





# 1. INTRODUCCIÓN

## NATURALEZA Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El presente trabajo ha sido elaborado según la normativa de realización del Programa Nacional de Hojas Geológicas de la República Argentina, a escala 1:250.000, del Servicio Geológico Minero Argentino.

Para la confección de esta Hoja se realizaron trabajos de recopilación bibliográfica y de interpretación de fotos aéreas de escala aproximada 1:50.000 e imágenes satelitales Landsat de escala 1:250.000. Los trabajos de campo fueron realizados durante una campaña de 35 días en los meses de julio y agosto de 1998, y una campaña de 10 días durante septiembre del mismo año, en las cuales se recolectaron muestras de basamento para análisis petrográficos y dataciones radimétricas. Además se levantaron perfiles sedimentológicos de las unidades terciarias.

El trabajo de mapeo geológico fue volcado sobre la Hoja Topográfica 2766-IV, escala 1:250.000, del IGM editada en 1986.

## SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

El área de la Hoja se extiende entre los paralelos 27° y 28° de latitud Sur y entre los meridianos 64°30' y 66° de longitud Oeste. Abarca prácticamente toda la mitad sur de la provincia de Tucumán y una pequeña parte de las provincias de Catamarca y Santiago del Estero.

El relieve de la comarca se caracteriza por la presencia de varios cordones montañosos con rumbo NNE-SSO y NNO-SSE, que limitan con la llanura tucumana. Al oeste de la Hoja se extiende el sistema serrano del Aconquija, las cumbres de Santa Ana, los Llanos, del Potrerillo, Narváez, las Higueras, Balcosna y la sierra de Humaya; y al este se ubica el extremo norte de la sierra de Guasayán. En la sierra del Aconquija se destaca el cerro de la Laguna Verde, que constituye la mayor elevación del área. La llanura se encuentra atravesada por una red hidrográfica con una dirección oeste-este, en la que se destacan los ríos Salí, Gastona, Chico y Marapa. Estos ríos alimentan el embalse Río Hondo, el principal cuerpo de agua de la región, que desagua hacia el este por el río Dulce.

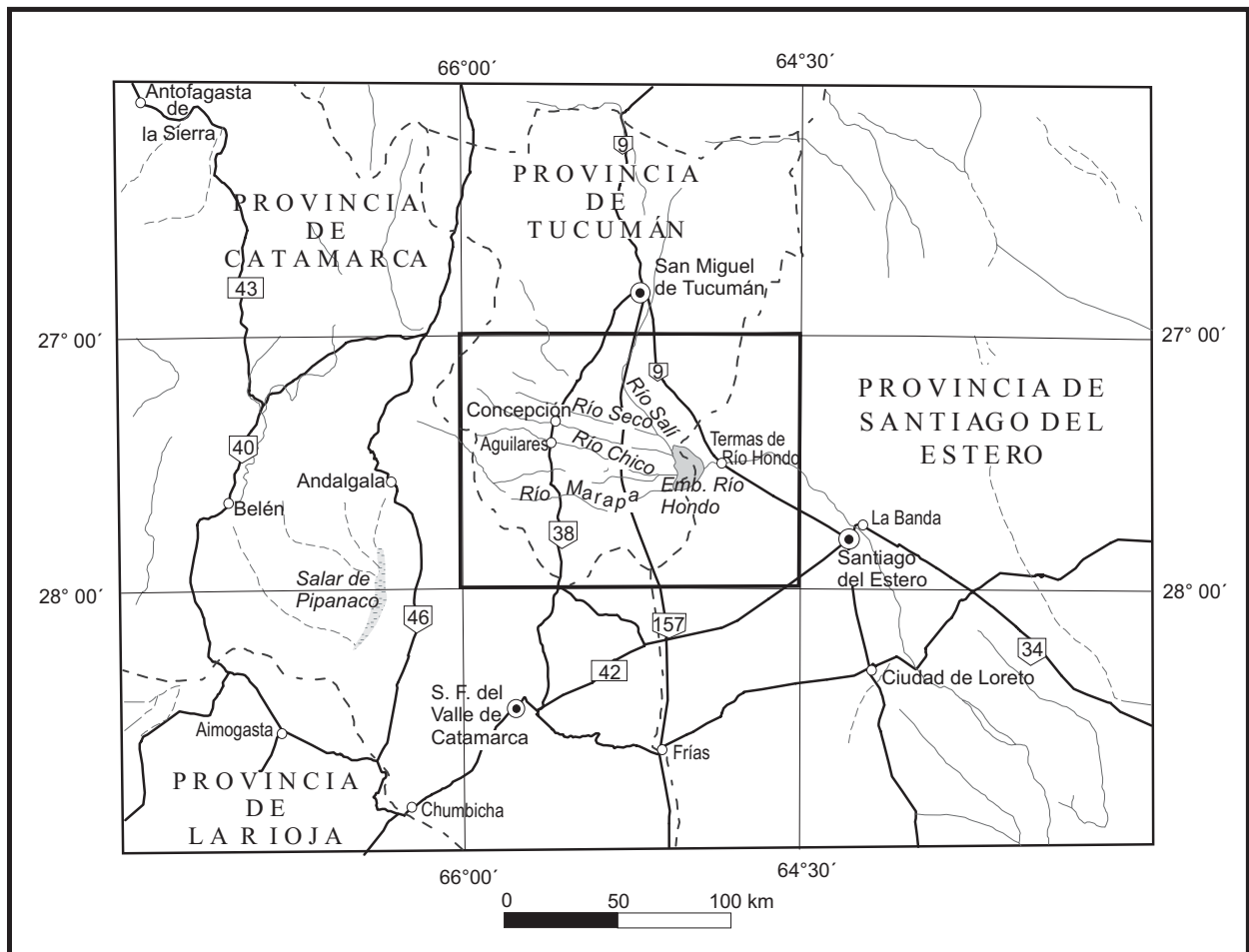


Figura1: Mapa de ubicación

La altura es un factor determinante en el clima, que es variable de una región a otra. Los datos correspondientes a las temperaturas en las zonas bajas son: un máximo absoluto de 44,6°C y un mínimo de -6,5°C. La sierra del Aconquija constituye una notable barrera climática para los vientos húmedos del este, de manera tal que el faldeo oriental se encuentra cubierto por una espesa vegetación arbórea de tipo selvático sustentada por un régimen de precipitaciones de 2000 milímetros anuales, mientras que en la zona de llanura, las precipitaciones medias son de 514 milímetros anuales y las principales lluvias se producen entre los meses de noviembre y fines de marzo. Los vientos soplan predominantemente del norte.

#### ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Los primeros datos geológicos del área fueron aportados por Kühn, quien recorrió en 1914 la zona de Singuil. Rassmuss (1916) se refiere a esta zona en forma general en su trabajo sobre Sierras Pampeanas.

La información geológica de base que se tomó en cuenta para la elaboración de la presente Hoja, fueron las descripciones de las Hojas Geológicas a escala 1:200.000: 13e, Villa Alberdi y 12e, Aconquija (González Bonorino, 1950 y 1951) y 13f, Río Hondo; 13g, Santiago del Estero; 14g, El Alto; 14h, Villa San Martín y 15g, Frías (Battaglia, 1982). También se tuvo en cuenta el trabajo inédito del plan piloto del relevamiento de la Hoja Concepción a escala 1:250.000 llevado a cabo por Ardolino, *et al.* (1990). El resto de los trabajos consultados, que se refieren principalmente al basamento y a la estructura, son de carácter regional. Con respecto a las unidades sedimentarias paleógenas y neógenas, no se encontraron trabajos detallados debido seguramente a la poca calidad de los afloramientos, producto de la densa vegetación que la cubre la región pedemontana.

## 2. ESTRATIGRAFÍA

### RELACIONES GENERALES

La Hoja Geológica 2766-IV Concepción comprende parte de las Provincias Geológicas de Sierras Pampeanas Noroccidentales y Sierras Pampeanas del Norte de Córdoba.

El basamento metamórfico-ígneo, de edad proterozoica-cámbrica inferior, se encuentra aflorando en el sector más occidental de la Hoja y en la sierra de Guasayán. Está conformado por rocas con diferente

grado de metamorfismo y se encuentra intruído por plutones ácidos de edades cámbricas, ordovícicas y carboníferas. La cubierta sedimentaria más antigua está constituida por el Subgrupo Pirgua, de edad cretácica inferior. Esta unidad se apoya en forma discordante sobre el basamento metamórfico, relación que se puede observar en los márgenes del río Los Sosa. La sedimentación continúa durante el Eoceno medio con los sedimentos que dieron origen a la Formación Aconquija. Esta unidad yace en discordancia sobre el basamento metamórfico-ígneo que aflora en el sector occidental de la Hoja, desconociéndose su relación con el Subgrupo Pirgua. También en forma discordante sobre el basamento se apoya la Formación Río Salí, de edad miocena media; el Complejo Volcánico Portezuelo de las Ánimas y la Formación Guasayán, ambas de edad miocena superior. Luego de una discordancia erosiva se depositan, durante el Plioceno inferior, los sedimentos de la Formación Las Cañas sobre la Formación Guasayán y, al pié de la sierra del Aconquija y sobre el basamento, los sedimentos que constituyen la Formación Las Pavas. Al noroeste de la Hoja, sobre las rocas de basamento, se encuentra apoyándose en forma discordante la Formación Los Corrales, de edad pliocena superior. La Formación Concepción, de edad pleistocena, aparece en los valles intermontanos, al pie del faldeo oriental de las cumbres de los Llanos, Santa Ana, Guasayán y en el faldeo oriental de la sierra del Aconquija. Se encuentra apoyándose en forma discordante sobre las rocas del basamento y las sedimentitas cretácicas y terciarias. Los afloramientos de las unidades holocenas son los de mayor extensión areal. Están constituidas por depósitos pedemontanos, aluviales, eólicos y salinos (ver Cuadro 1).

### 2.1. PRECÁMBRICO- PALEOZOICO

#### BASAMENTO METAMÓRFICO-ÍGNEO (1)

*Filitas cuarzosas bandeadas, migmatitas, granitoides, pegmatitas, gneises y anfibolitas.*

#### *Antecedentes*

Los primeros estudios que se hicieron en esta área, fueron llevados a cabo por Rassmuss en 1918. Este autor hace observaciones tanto del basamento como de la cubierta terciaria, haciendo diferenciaciones dentro del basamento. En 1928, Beder hace una descripción de la geología de la sierra de Guasayán. González Bonorino (1950) realiza un estudio más exhaustivo de toda la zona, efectuando observaciones en los cordones

occidentales del área (sierras del Aconquija, Potrerillo y Humaya). Battaglia (1982) mapea la sierra de Guasayán como parte del relevamiento geológico de las Hojas 13f, Río Hondo y 13g, Santiago del Estero.

*Distribución areal*

El basamento cristalino aflora en todo el sector oeste de la hoja, constituyendo una serie de serranías que tienen una orientación NNO-SSE, excepto la sierra del Aconquija, cuya orientación es NE-SO. Otros afloramientos aparecen a lo largo de la sierra de Guasayán, que se levanta en medio de la llanura santiagueña.

*Litología*

El basamento metamórfico de Sierras Pampeanas está constituido por metagrauvas, metapelitas, mármoles y anfibolitas, con un rango metamórfico que abarca desde la facies de esquistos verdes a la de anfibolitas (Caminos, 1979). En el ámbito de esta

Hoja se distinguen tres asociaciones litológicas que pasan de una a otra en forma transicional: las filitas cuarzosas bandeadas; las migmatitas, intrusivos sintectónicos y pegmatitas y las micacitas y gneises inyectados, con anfibolitas intercaladas.

**Filitas cuarzosas bandeadas (1a)**

Esta facies se distribuye en una extensa zona en la sierra del Aconquija y en el faldeo nororiental de la sierra de Humaya, donde la penetración magmática disminuye hacia el este en forma irregular hasta alcanzar la zona de esquistos bandeados sin inyección en la quebrada del río Sínguil. Esta faja de mínima inyección vuelve a aparecer en el tramo N-S del río Cochuna, que no ha sido incluida en el mapeo por razones de escala. En la sierra de Guasayán estas rocas han sido incluidas en la Formación Abra del Martirizado por Battaglia (1982). Allí la litología esta representada por metacuarcitas micáceas, filitas cuarzosas, esquistos listados y esquistos cuarzo-cloríticos.

Edad			Unidades Litoestratigráficas	Litología	Espesor máximo aflorante	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Sup.	Depósitos fluviales / Depósitos salinos Depósitos eólicos / Depósitos de remoc. en masa	Gravas y arenas / Suelos salinos Loess / Bloques, gravas y arenas Limos – arcillas con intercalaciones gravosas / Arenas finas a medianas con intercalaciones gravosas Conglomerados, areniscas y limolitas Conglomerados y areniscas Congl., pelitas y cenizas volcánicas Congl., areniscas y pelitas verdes Brechas volcánicas andesíticas Pelitas verdes yesíferas Limolitas, arcilitas, calizas y yeso.  Areniscas, limolitas, arcillas y tobas  Areniscas y conglomerados rojos  Granitos adamellíticos Granitos moscovíticos y tonalitas  Monzogranitos Filitas cuarzosas bandeadas, migmatitas y granitoides	40m 598m* 17m 30m 390m* 6m(400m**) 640 m* 70m 135m
			Inf.	Depósitos pedemontanos / Depósitos aluviales		
		Pleistoceno		Formación Concepción		
	TERCIARIO	Plioceno	Sup.	Formación Los Corrales		
			Inf.	Formación Las Cañas Formación Las Pavas		
		Mioceno	Sup.	Complejo Volc. Portezuelo de las Ánimas Formación Guasayán		
			Med.	Formación Río Salí		
		Eoceno med.		Formación Aconquija		
	MESOZOICO	CRETÁCICO INFERIOR		Subgrupo Pirgua		
	PALEOZOICO	CARBÓNIFERO		Granito San Ignacio-Los Pinos		
ORDOVÍCICO		Granitoides Ordovícicos				
CÁMBRICO		Formación El Alto				
PRECÁMBRICO			Basamento metamórfico-ígneo			

\*Perfil tipo. \*\*Datos de pozo

**Cuadro 1:** Cuadro cronoestratigráfico

Estas rocas fueron designadas por Rassmuss (1918) como esquistos listados y posteriormente denominadas como esquistos bandeados por González Bonorino (1950). Todos los autores atribuyeron este bandeamiento a una estratificación primitiva, pero observaciones efectuadas por Mon *et al.* (1986) asignaron este bandeamiento a la tectónica. Según estos autores, se observa una estratificación relicta cortada oblicuamente por el bandeamiento, en varios sectores del perfil del río Los Sosa.

El espesor de las bandas es variable, oscila entre 2 y 3 milímetros en las cuarzosas y 1 y 2 milímetros en las biotíticas. En las bandas cuarzosas se observan micas entre los granos de cuarzo, que tienen entre 0,1 y 0,2 milímetros de diámetro. Estos últimos poseen una textura de tipo mosaico, con contactos rectos entre sí. El feldespatos es escaso o está ausente. Las bandas micáceas tienen mayor proporción de biotita que las anteriores, alcanzando a veces al 70%. El tamaño de los cristales es variable y promedia los 0,4 milímetros (González Bonorino, 1950).

Es característica la presencia de un plano de esquistosidad oblicuo a la estratificación original, que aparece en toda la unidad, con un grado de desarrollo variable. Esta esquistosidad está marcada por la orientación de las láminas de biotita de las bandas cuarzosas. Al microscopio se observa que también existe esa orientación en los cristales de cuarzo. La esquistosidad transversal está bien desarrollada en los lugares donde la inyección magmática no ha modificado la textura original, como por ejemplo la faja que se extiende al pie occidental de la sierra de Narváez.

En los afloramientos más septentrionales, en los alrededores del cerro Ñuñorco Chico, se puede observar que la roca presenta numerosos micropliegues de no más de 1 o 2 centímetros de longitud de onda, muy apretados y con limbos estriados. El shear a lo largo de los limbos está generalmente acompañado por venas de cuarzo. Las laminillas de mica se orientan paralelas al plano axial de los pliegues.

El basamento de las Sierras Pampeanas presenta dos tipos de esquistosidad: una paralela a la estratificación, y otra oblicua de plano axial, esta última predominante. En la sierra del Aconquija, el borde occidental, poco plegado, presenta esquistosidad paralela a la estratificación, mientras que en la zona central y oriental predomina el tipo oblicuo. González Bonorino (1950) explica esta relación considerando que donde la deformación es escasa, la esquistosidad es resultado de la recristalización mimética, que recalca la orientación de la mica. Hacia el este, la inyección

magmática provocaría un ablandamiento en las rocas, que facilitaría la reorientación de los planos de esquistosidad, aunque la compresión no fuera mayor que en el oeste.

## **Migmatitas, intrusivos sintectónicos y pegmatitas (1b)**

### ***Migmatitas***

La migmatización está caracterizada por una inyección de material ígneo ácido, que afecta todas estas rocas con una intensidad variable, que forma desde aisladas venas cuarzosas hasta granitos migmatíticos.

Este material incorporado a la roca, se presenta en forma nodular, venosa o difusa.

La forma nodular se desarrolla cuando se forman cristales de feldespatos relativamente grandes y el material ígneo se inyecta en forma difusa y en poca proporción. Consiste en un cristal o agregado de forma oval, cuyo tamaño más común oscila entre 2 y 5 milímetros, coincidiendo su diámetro mayor con el plano de esquistosidad. Es común que estos nódulos presenten colas concordantes con la esquistosidad. Estas colas suelen unirse para formar venas de espesor cambiante. A veces estos nódulos se hacen muy abundantes y la roca adquiere un aspecto granitoideo, pero mantiene la esquistosidad.

Las venas concordantes se presentan en forma más o menos recta y las discordantes son sinuosas. Las primeras son mucho más abundantes. El espesor es muy variable, las más finas pueden confundirse con las bandas cuarzosas originales (ver foto 1).

La inyección difusa aparece en muchos esquistos de grano fino y homogéneo. Se evidencia por la abundancia de feldespatos, ausente en las rocas no inyectadas. Las filitas cuarzosas afectadas por este tipo de inyección, pierden parte de la esquistosidad original y aumentan su tamaño de grano.

En la silleta de las Higueras, la migmatización aumenta hacia el este, abundando al pie de la falda oriental los filones aplíticos tonalíticos.

En los afloramientos que aparecen en las inmediaciones de El Clavillo estas rocas presentan abundante sillimanita.

Una zona de máxima inyección se encuentra en una faja que pasa por la media falda oriental de la sierra del Aconquija. En la cumbre de Narváez y en Santa Ana vuelve a aparecer la migmatización y son comunes los granitos miloníticos. En la cumbre de Narváez esta migmatización aumenta hacia el este y la falda oriental se vuelve un ambiente de migmatitas.

Esta zona de máxima inyección se extiende hacia el norte hasta la zona del río Jaya (Rasmuss, 1916). Al oeste de la fractura de este río, la inyección disminuye bruscamente. Luego desaparece y vuelve a aparecer en una faja comprendida entre los ríos Nevado y Los Reales. Hacia el sur continúa en la cumbre de Balcosna.

En las cumbres del Potrerillo y de los Llanos, se observan las mismas características de penetración ígnea que en las cumbres de los Pinos y El Molle.

Un carácter semejante asume la inyección en la silleta de la Escaba y en el cerro Quico, que aumenta hacia el norte, predominando en la quebrada del río Marapa, el material granítico sobre el metamórfico. En esta quebrada, en la zona del dique La Escaba, aparece también otra roca característica. Se trata de gneises, constituidos por cristales de feldespato y cuarzo que forman "ojos" y agregados lenticulares ondulantes entre tabiques micáceos. En la parte septentrional de la silleta de la Escaba predominan los esquistos biotíticos cuarzosos, aunque también se encuentran los tipos litológicos anteriormente descritos.

### ***Intrusivos sintectónicos***

Tienen una composición que varía entre granítica y tonalítica con características que corresponden a un ambiente de catazona. Están directamente relacionados espacial y genéticamente con la migmatización. Tienen forma lenticular, concordantes con la foliación

regional y su tamaño oscila entre decenas de metros y venas leucosomáticas en las migmatitas. Se distinguen cuerpos de composición tonalítica y granitos con diferentes grados de milonitización.

*a) Tonalitas migmatíticas:* Estas rocas afloran en la parte occidental de la sierra de Humaya, al oeste del Bolsón, al oeste de puesto La Mesada y frente a Chavarría, a ambos lados de la quebrada de Humaya.

Es una roca migmatítica de color gris, en la cual predomina el material ígneo sobre el metamórfico. La composición es tonalítica, constituida mayoritariamente por cuarzo, oligoclasa y mica. Esta última presenta una orientación de las láminas paralela a la esquistosidad, que indicaría que se trata de relictos de las bandas esquistosas.

Al microscopio se observa una textura panalotriomórfica, algo cataclástica. Está constituida por cristales anhedrales, algunos subhedrales, de andesina ácida a media, a veces afectadas por sericitización, cristales irregulares de cuarzo, generalmente cataclásticos, plagioclasa finamente maclada y biotita que puede mostrar decoloración y segregación de óxido de hierro (González Bonorino, 1950).

*b) Granitos miloníticos:* Afloran en la parte media de la sierra de Humaya (por ejemplo en la parte alta de la falda oriental, al oeste del Bolsón), en Las Chacritas, al pie de la falda occidental de la sierra de Narváz y en los cortes de camino entre Singuil y Las Chacritas.



Foto 1: Deformación dúctil del basamento migmatítico en las inmediaciones de la localidad de Bantuana.

Se trata de cuerpos graníticos de color gris claro amarillento que presentan siempre un mayor o menor grado de milonitización. Presentan un plano principal de esquistosidad, paralelo al cuerpo y varios planos secundarios, que prueban el sentido rotacional de la deformación (González Bonorino, 1950). Sobre los planos de esquistosidad se destacan laminillas y agregados de moscovita, y cristales de granate de hasta 3 milímetros.

Al microscopio presentan una textura granoblástica. Están compuestos por cuarzo, microclino, oligoclasa y bandas irregulares de mica blanca. El cuarzo marca la foliación con sus cristales alargados, presenta una extinción ondulada o fragmentaria, paralela al eje óptico. El microclino se encuentra en un 25 %, presenta su maclado típico y a menudo un reemplazo lateral por albita. La oligoclasa, menos abundante, aparece a veces finamente maclada y ocasionalmente incluye pequeños rectángulos de feldespato potásico. Algunos cuerpos (los menos miloníticos) muestran cristales de biotita con una alteración que le otorga a la roca el color amarillento. En los cuerpos en los que la deformación ha sido muy intensa, con formación de ultramilonitas, el color se torna blanquecino (González Bonorino, 1950).

*c) Granitos con milonitización incipiente:* Se encuentran aflorando en la cumbre de Narváez, Balcosna, de Los Pinos, del Potrerillo, cumbre de las Higueras, alrededores de la Escaba. En la silleta de las Higueras, donde se unen las quebradas del río Sínquil y El Sauce.

Forman cuerpos de roca granítica o tonalítica con algún grado de foliación secundaria, no tan marcada como los anteriormente descritos. Son rocas de color gris rosado con gran cantidad de feldespato potásico y pequeñas escamas de biotita que marcan la foliación. Las venas que migmatizan los esquistos no presentan signos de deformación. Poseen un contacto irregular, con abundantes venas que penetran en los esquistos (González Bonorino, 1950).

### **Pegmatitas**

Los diques y venas pegmatíticas aparecen afectando todo el basamento metamórfico-ígneo, aunque el mayor desarrollo de pegmatitas se encuentra en la sierra de Humaya.

Generalmente tienen un espesor de 1 a 1,5 metros. Están compuestos por cuarzo, microclino, a veces reemplazado por albita, moscovita y turmalina. Ocasionalmente presentan berilo. Son concordantes con la foliación de las filitas o migmatitas, y en algunos casos

pueden observarse venas pegmatíticas terminar en venillas inyectadas en los esquistos. Sin embargo las pegmatitas no están relacionadas con la migmatización, que es anterior, asociada a las intrusiones graníticas, granodioríticas y tonalíticas (González Bonorino, 1950).

### **Micacitas y gneises inyectados con anfibolitas intercaladas (1c)**

Los afloramientos de esta facies se encuentran en el sector norte de la sierra del Aconquija, entre el río de la Horqueta y la quebrada de las Ánimas.

Las micacitas son de color gris oscuro, con una esquistosidad dada por la disposición paralela de la biotita. Presentan material intersticial leucocrático cuarzo-feldespático, que forma lentes de hasta 3 milímetros de espesor (González, 1999).

Los gneises de inyección son de color gris oscuro, tienen grano fino y presentan una estructura groseramente esquistosa a bandeada (González, 1999). Las bandas oscuras, de textura lepidoblástica, están constituidas por biotita con inclusiones de apatita y circón, y en menor proporción por cuarzo y plagioclasa. Las bandas claras presentan una textura granoblástica y contienen cuarzo, andesina sódica y biotita como minerales principales, y granate, apatita y circón como accesorios (Godeas, en González, 1990).

Las anfibolitas son de color gris verdoso oscuro y presentan un aspecto lajoso. Están formadas por hornblenda, biotita y, en menor proporción, cuarzo y plagioclasa. Como minerales accesorios se encuentran en forma abundante apatita y opacos.

La presencia de anfibolitas intercaladas en las micacitas, indicaría la existencia de un vulcanismo básico durante la sedimentación del protolito pelítico (González, 1999).

### *Edad*

La edad del basamento cristalino de Sierras Pampeanas, sobre la base de dataciones K-Ar, abarca períodos que van desde el Precámbrico tardío al Paleozoico temprano (Linares y Latorre, 1979) y Paleozoico (Mc Bride *et al.*, 1976). Durand y Rossi (1999), basándose en edades K-Ar obtenidas por Adams *et al.* (1990) en la Formación Puncoviscana, consideran una edad mínima de 565 Ma para la depositación que dió origen a las metamorfitas del noreste de Tucumán, es decir Cámbrico muy bajo o Precámbrico muy tardío. Estudios radimétricos por el método K-Ar de las metamorfitas de bajo grado de la sierra de Guasayán, arrojaron edades de 608 y 616 Ma (Omil, 1992).

## 2.2. PALEOZOICO

### 2.2.1. CÁMBRICO

#### Formación El Alto (2)

*Monzogranitos*

##### *Antecedentes*

Las primeras observaciones geológicas en la sierra de Guasayán fueron hechas por Beder en 1928. Battaglia (1982) denominó Formación El Alto al complejo constituido por granitos migmatíticos, porfíroides, microgranitos, aptitas y pegmatitas que aflora en las sierras de El Alto-Ancasti y Guasayán.

##### *Distribución areal*

Las rocas graníticas que intruyen el basamento metamórfico en la sierra de Guasayán aparecen formando cuerpos elongados de norte a sur. Se encuentran en El Martirizado y más al sur, en La Cantera, lugares donde la apertura de canteras exponen afloramientos de roca fresca. Desde Villa Guasayán hacia el límite sur de la Hoja, los granitos cámbricos constituyen todo el faldeo occidental de la sierra.

##### *Litología*

En la sierra de Guasayán predominan los granitos rosados, de grano mediano a grueso, con textura porfíroide, donde abundan los cristales de feldespato potásico sobre el cuarzo y la mica. Omil (1992, 2000) caracteriza a estas rocas como monzogranitos con facies graníticas y granodioríticas y los clasifica geoquímicamente como peraluminosos y calcoalcalinos. Son comunes las inclusiones de metacuarcitas micáceas dentro de la masa granítica de toda la sierra. La penetración magmática en el esquistos y la incorporación de éste en su masa, da lugar a rocas de mezcla (Beder, 1928).

##### *Edad*

Las dataciones radimétricas efectuadas sobre biotita en los granitos de la sierra de Guasayán arrojaron una edad K-Ar de 541+/-8 Ma (González y

Toselli, 1974), mientras que las realizadas en la Villa Guasayán y en otros parajes de la sierra, dieron como resultado una edad de 500+/-20, 506+/-14, 515+/-15 y 519+/-20 Ma (Omil, 1992).

Muestras extraídas durante la campaña en la sierra de Guasayán, dieron edades de 380 +/- 20 Ma (Devónico) y 425+/- 21 Ma (Silúrico) para los granitos aflorantes en la estancia. El Cebilar y en cantera de Bracamonte, respectivamente (ver Cuadro 2).

Se considera a esta unidad de edad cámbrica media, sin descartar la posibilidad de la existencia de eventos magmáticos más jóvenes.

### 2.2.2. ORDOVÍCICO

#### Granitoides Ordovícicos (3)

*Granitos moscovíticos y tonalitas*

##### *Antecedentes*

Si bien existen antiguos trabajos de tipo regional, como el de Rassmuss (1916), el primer trabajo en esta área fue llevado a cabo por González Bonorino en el año 1950. Este autor hace una clasificación de los cuerpos intrusivos sobre la base de la tectogénesis, y define tres tipos diferentes, según criterios petrológicos y de campo: Granitoides Pre y Sintectónicos, Granitoides Tardiotectónicos y Granitoides Postectónicos (González Bonorino, 1950b; Rapela 1976b).

##### *Distribución areal*

Estas rocas se encuentran formando diferentes cuerpos que intruyen el basamento metamórfico-ígneo en casi todos los lugares donde éste aflora. Al norte aparecen dos grandes afloramientos. Uno conformando el cuerpo del cerro Ñuñorco Chico y otro a lo largo del río Los Sosa, entre El Naranjal y El Nogalar. En la cumbre de Narvéez aparecen dos afloramientos: uno en el faldeo norte del cerro Moros y otro más pequeño al sur, que forma parte del sector más septentrional de la cumbre de Las Higueras. En el faldeo este de la sierra de Humaya aparece una serie de cuerpos que han sido mapeados como un cuerpo único y en el faldeo occidental de la misma sierra aflora otro al oeste del puesto La Mesada.

Muestra	Localidad	Coordenadas	Roca	Mineral datado	Concentración de Potasio	Concentración <sup>40</sup> K	Concentración <sup>40</sup> Ar <sub>RAD</sub>	<sup>40</sup> Ar atmosférico	Error porcentual	Edad
2766-IV-SG-CD-42	El Cebilar	O 64°49'40'' S 27° 57'00''	Granitoide	Biotita	5.68%	16.955 x10 <sup>-8</sup> mol/g	41.714 x10 <sup>-10</sup> mol/g	33.5 %	5.3 %	380 +/- 20 Ma
2766-IV-SG-CD-43	Cantera Bracamonte	64° 49' 40'' 27° 47' 00''	Granito	Biotita	4.80%	14.328 x10 <sup>-8</sup> mol/g	39.870 x10 <sup>-10</sup> mol/g	22.0 %	5.0 %	425 +/- 21 Ma

**Cuadro 2:** Datos analíticos de las edades radioisotópicas de los granitos de la Formación El Alto.

### Litología

Un cuerpo intrusivo de color blanco grisáceo, foliado, definido petrográficamente como tonalitas biotíticas, monzogranitos y granodioritas (Cisterna *et al.*, 1988), aflora en el río Los Sosa, entre los kilómetros 28 y 35 de la ruta provincial 307. Este cuerpo es conocido como Tonalita El Indio (ver foto 2). Presenta una textura de tipo holocristalina, fanerítica de grano grueso, inequigranular y xenomórfica. Los minerales que la constituyen son: cuarzo, plagioclasa, microclino, biotita, epidoto y opacos. La plagioclasa se encuentra en cristales subhedrales, zonados y con alteración sericítica y caolinítica. El mineral accesorio más abundante es la biotita, que a veces se encuentra alterada a moscovita (Fernández, 1997).

El cuerpo mapeado en el faldeo oriental de la sierra de Humaya, al oeste de Loma Larga, no es en realidad un cuerpo único, sino que se trata de varias unidades separadas por tabiques de esquistos. Gran parte de estos granitos muestran una foliación, aparentemente primaria, paralela a los esquistos. Esta foliación está marcada por la orientación de las micas, principalmente biotitas. Al microscopio presenta una textura panalotriomórfica, algo cataclástica. El cuarzo constituye un 40 % de la roca, la moscovita un 10 %, los cristales de

plagioclasa (oligoclasa básica) son subhedrales, presentan un maclado fino y una leve alteración. El microclino es menos frecuente y su porcentaje es variable (González Bonorino, 1950b).

En las cumbres de Narvéez, Las Higueras y Balcosna aparecen muchos filones delgados, del orden de los centímetros a decímetros, y venillas de solo 1 milímetro de espesor, que alternan con los esquistos. Estos cuerpos muestran variación en el contenido de feldespatos potásicos. En algunos son del tipo granodiorítico, en otros está ausente, es decir tonalíticos. En las cumbres de Balcosna y Narvéez aparecen diques leucocráticos, de grano fino, que pasan gradualmente a pegmatíticos, que al microscopio presentan una textura panalotriomórfica, con cristales irregulares de cuarzo, microclino, granate y algunos de oligoclasa, que aparecen a veces reemplazando al microclino (González Bonorino, 1950b).

Toselli *et al.* (1985) informan un afloramiento de un granito epizonal, con textura anular incipiente, leucocrático y discordante con los gneises encajantes. Está constituido por plagioclasas, microclino, cuarzo y moscovita, y accesorios como apatita, biotita, clorita, circón, turmalina y opacos. Este granito se encontraría en la zona de Los Alisos, sobre el faldeo oriental de la sierra de Narvéez



Foto 2: Aspecto que muestran los afloramientos de la Tonalita El Indio en las márgenes del río Los Sosa.



*Edad*

Las dataciones K-Ar de la Tonalita El Indio han dado edades de 471 +/-10 Ma y 466 +/-10 Ma (González, 1984). Dataciones posteriores efectuadas por Linares y González (1990) arrojaron edades de 472 +/-15 y 468 +/-10 Ma, es decir Ordovícico inferior a medio.

**2.2.3. CARBONÍFERO****Granito San Ignacio-Los Pinos (4)***Granitos adamellíticos**Antecedentes*

En 1950, González Bonorino describe las características geológicas del área y define al granito de San Ignacio como un granito adamellítico. Las primeras dataciones radimétricas fueron realizadas por Halpern, *et al* (1970). En 1989 Omil y Cabrera describieron el cuerpo y efectuaron nuevas dataciones.

*Distribución areal*

Estas rocas constituyen un batolito que conforma casi la totalidad del bloque conocido como cumbre de los Pinos y continúa en las cumbres del Potrerillo y de los Llanos, al norte del río Balcosna, hasta el cerro Divisadero. Viruel de Ramírez y Barber (1994) consideran a los granitoides que afloran en el faldeo este de la cumbre de Balcosna como parte del mismo batolito.

*Litología*

González Bonorino (1950) considera al cuerpo que aflora en la cumbre de los Pinos, como un granito adamellítico cuyo tamaño de grano es de 5 milímetros. Está constituido por microclino, algo caolinitizado, abundante cuarzo y mediana proporción de moscovita y biotita. En algunos lugares aparecen facies porfiríoides. Al oeste de La Cocha también son de composición adamellítica. Sus afloramientos presentan un color gris rosado. Es rico en biotita, tiene cuarzo con extinción ondulada, plagioclasa, ortosa caolinitizada, con visibles efectos cataclásticos, las laminillas de biotita se encuentran flexionadas, al igual que las de moscovita. Además hay hornblenda, apatita y óxido de hierro, cuarzo secundario recrystalizado y cristales fracturados.

Viruel de Ramírez y Barber (1994), en un estudio en detalle al sureste del dique San Ignacio, indicaron como composición predominante la de una monzonita cuarzosa color gris rosado a rosado grisáceo y grano medio, con variaciones a granodioritas y granitos cuarzosos.

Indri y Medina (1991) lo definieron por sus características geoquímicas como un granito calcoalcalino y peraluminoso con alto grado de diferenciación.

*Edad*

Las primeras dataciones efectuadas sobre los granitos adamellíticos de cumbre de Los Pinos arrojaron edades K-Ar sobre biotita de 321 Ma y sobre moscovita, de 338 +/-10 (Halpern, *et al.* 1970). Dataciones radimétricas realizadas por González, y Toselli (1974), arrojaron una edad K-Ar promedio de 329 Ma. Otras dataciones K-Ar efectuadas sobre biotita dieron valores de 319 +/- 10 Ma y 359 +/- 15 Ma y sobre moscovita, de 310 +/-15 Ma, 321 +/- 10 Ma y 338 +/- 10 Ma (Stipanovic y Linares, 1975; Omil y Cabrera, 1989), que corresponden al Carbonífero.

**2.3. MESOZOICO****2.3.1. CRETÁCICO****SUBGRUPO PIRGUA (5)***Areniscas y conglomerados rojos**Antecedentes*

Vilela (1951) denominó Estratos Pirgua a la unidad aflorante en el cerro homónimo, al este de Alemania. Posteriormente Ruiz Huidobro (1955) la denominó Formación Pirgua. Finalmente Reyes y Salfity (1973) propusieron la categoría de Subgrupo Pirgua, en el cual es posible distinguir tres unidades formacionales bien diferenciables

La localidad tipo se encuentra entre la sierra de Carahuasi y la sierra de Santa Barbara, mientras que el perfil tipo se encuentra en el propio río Pirgua (Salta).

*Distribución areal*

Los afloramientos están restringidos a la zona del paraje conocido como Piedra Colorada, entre los kilómetros 19 y 21,5 de la ruta provincial 307,

sobre ambos márgenes del río Los Sosa, aunque cabe la posibilidad de que lo que se considera la base de la secuencia terciaria aflorante en las márgenes del río Cochuna, corresponda en realidad al Subgrupo Pirgua.

### *Litología*

El Subgrupo Pirgua está integrado por la Formación La Yesera, constituida por conglomerados brechosos polimícticos; la Formación Las Curtiembres, que es mayoritariamente arcilítica, con intercalaciones de areniscas y la Formación Los Blancos, compuesta por areniscas estratificadas.

El ambiente depositacional es interpretado como un pie de monte, correspondiente a la parte proximal de conos aluviales (Reyes y Salfity, 1973).

Los afloramientos que aparecen sobre ambos márgenes del río Los Sosa tienen un espesor aflorante de 135 metros. Consisten en una secuencia granodecreciente, que se inicia con un conglomerado rojizo, con clastos subredondeados de 2 a 5 centímetros de diámetro, cuarzosos y líticos, que gradan hacia arriba a una arenisca gruesa. Estos bancos presentan un rumbo N60°E y una inclinación de 42° al hacia el sur (Fernández, 1997) (ver foto 3).

### *Edad*

El contacto basal de esta unidad se encuentra cubierto, por lo que no se pudo establecer la relación con el basamento metamórfico, pero se piensa que se encuentra apoyándose en discordancia

sobre este último (Fernández, 1997). Si se considera entonces a estas rocas como la base del Subgrupo Pirgua, serían cronológicamente relacionables con las Formaciones La Yesera o El Cadillal. Dataciones efectuadas en rocas del Complejo Alto de las Salinas, que intruye a la Formación El Cadillal dieron edades de entre 128 y 97 Ma que corresponden al Cretácico inferior (Bossi y Wampler, 1969). Otra datación radimétrica K-Ar en el basalto del Periquillo, con 115 Ma confirma la edad mencionada (Porto, 1981).

## 2.4. CENOZOICO

### 2.4.1. PALEÓGENO

#### 2.4.1.1. Eoceno

#### **Formación Aconquiya (6)**

*Areniscas, limolitas, arcilitas y tobas.*

#### *Antecedentes*

González Bonorino (1950) describió un perfil continuo de esta unidad sedimentario-volcánica, al cual dividió en tres secciones que correlacionó con el Calchaquense, el Complejo Volcánico y el Araucanense de la Hoja 12d Capillitas.

Mon y Urdaneta (1972) hicieron observaciones en las nacientes del río Cochuna y sobre el río Los Sosa, llamando a esta unidad Grupo Aconquiya.

En el presente informe se considera apropiada la denominación de Formación Aconquiya.



Foto 3: Afloramientos del Subgrupo Pirgua inclinando hacia el sur, sobre la margen derecha del río Los Sosa.

### *Distribución areal*

Estos depósitos, que originalmente se encontraban cubriendo la peneplanicie labrada en el basamento metamórfico, se preservan hoy en las depresiones tectónicas entre los bloques, que forman valles longitudinales y al pie, a lo largo del faldeo de las sierras que estos forman.

Las mejores exposiciones se encuentran en las inmediaciones del dique Escaba, aunque debido a que su actitud es homoclinal a la peneplanicie del basamento, nunca muestran un espesor estratigráfico importante. Afloramientos similares aparecen en las nacientes del río Cochuna, en los alrededores de Sínguil, al pie de la cumbre de Narváez, donde se observan los mayores espesores, aunque más degradados por la erosión; al pie de la cumbre de Los Llanos y al este de la localidad de Balcosna.

Los afloramientos que aparecen al pie de los faldeos este de las sierras del Aconquija, Santa Ana y de la cumbre de los Llanos son difíciles de identificar, debido a la espesa cobertura vegetal y del material de los conos de deyección pleistocenos.

### *Litología*

En la Hoja no es posible encontrar un perfil continuo de esta unidad. En la zona de Escaba se encuentra preservado el mayor espesor estratigráfico, que apenas supera los 70 metros.

González Bonorino (1950) describe en el Campo del Pucará, entre Las Pampitas y Punta del Agua, inmediatamente al oeste de la Hoja, una secuencia que divide en un conglomerado basal y tres secciones. Estas últimas no poseen límites netos, sino pasajes paulatinos. Se considera a este perfil como localidad tipo.

El conglomerado basal presenta un espesor de 5 metros. Es fino a mediano, con clastos angulosos de cuarzo, microclino, migmatita, granito, esquistos micáceos y con una matriz arenosa gruesa, arcósica, cementada por carbonato de calcio.

La sección I, con 400 metros de espesor, está formada por areniscas finas tobáceas, micáceas, ricas en cenizas volcánicas y en plagioclasa. Los granos son de 0,1 a 0,2 milímetros, constituidos por plagioclasa de origen volcánico, piroxeno, laminillas de biotita y anfíbol. Como cemento hay vidrio básico. Presenta una coloración gris rosada a castaña y pequeñas motas blancas compuestas por piedra pómez de andesita biotítica, de 1 centímetro de diámetro medio. Aparece en bancos gruesos, masivos o con estratificación diagonal.

La sección II está constituida por aproximadamente 600 metros de una alternancia de areniscas tobáceas finas de color gris castaño claro, y areniscas feldespáticas conglomerádicas, con rodados de andesitas, las cuales son paulatinamente reemplazadas por granitos, migmatitas y esquistos en la parte superior. En esta sección vuelven a aparecer las motas blancas de piedra pómez.

La arenisca tobácea tiene un diámetro medio de 0,1 mm, y está compuesta por plagioclasa básica, piroxeno, biotita, apatita, circón, algo de cuarzo y abundante vidrio. Presenta algunas intercalaciones de bancos delgados de tobas blanquecinas. En algunas partes aparecen bancos lenticulares conglomerádicos de rodaditos de piedra pómez rica en biotita, que se intercalan con los conglomerados de andesita. Los bancos tienen un espesor medio de entre 1 y 1,5 metros.

Los bancos de arenisca conglomerádica están formados por granos de plagioclasa andesítica, hornblenda, apatita, biotita, moscovita y clinopiroxeno. El cemento es vítreo.

La sección III tiene más de 100 metros de espesor y está constituida por areniscas gruesas, arcósicas, friables, de colores grises y rosados. Presenta delgadas capas de conglomerados redondeados, que marcan la estratificación, poco visible de otra manera. Los clastos están constituidos por andesitas en la parte inferior, hacia arriba se añaden clastos de basamento que aumentan su proporción hacia arriba. Los espesores de los bancos conglomerádicos aumentan hacia arriba.

A continuación se describen las litologías observadas en los valles intermontanos y en la llanura, al pie de la serranía.

### *Afloramientos en los valles intermontanos*

Llegando a la zona de la Escaba, por la ruta provincial 308, afloran a los costados del camino, tobas blanquecinas, areniscas tobáceas grises de grano mediano a grueso y tufitas castañas de grano muy fino. Las tobas están compuestas por abundante plagioclasa media a básica, vidrio, cuarzo y biotita, en granos angulosos. Son frecuentes los clastos de piedra pómez. Dentro de las tobas aparecen finas capas discontinuas de color negro, formadas por acumulación de magnetita. Esta secuencia podría corresponder a la sección I del perfil tipo.

En los alrededores del caserío del dique La Escaba, aparecen areniscas conglomerádicas, con abundante vidrio y plagioclasa, intercaladas con areniscas finas castañas y clastos de piedra pómez, que podrían asimilarse a la parte media del perfil general. En las inmediaciones

del dique de Escaba afloran tufitas muy finas de color gris y castaño claro. En Escaba de Abajo hay tufitas finas de color castaño, que alternan con bancos de toba arenosa estratificada. En Las Higuierillas aparecen areniscas pardo rojizas, en parte conglomerádicas, con rodados de composición granítica. Las facies finas están formadas por granos de cuarzo, feldespato y moscovita, con una matriz calcárea de color rosado.

Un poco más al oeste, donde desagua el río Las Moras, afloran areniscas finas feldespáticas de color gris claro. Están compuestas por abundante vidrio cinerítico, andesina en granos angulosos y subhedrales, biotita, anfíbol y apatita (ver foto 4). Presentan pequeños niveles brechosos con clastos de piedra pómez biotítica, de color blanco. Estos bancos se corresponden a la parte superior de la sección I.

Los afloramientos que se observan a lo largo del río Chavarría, son de areniscas calcáreas tobáceas, plagioclásicas, finas, en las que alternan capas ricas en carbonato y otras arenosas, con granos que llegan hasta

5 milímetros de microclino, cuarzo y rodados de aplitas de hasta 1 centímetro de diámetro. Para González Bonorino (1950) corresponden a la sección II.

Entre las cumbre de los Llanos y de las Higuierillas afloran areniscas tobáceas de color gris claro, con intercalaciones de tufitas arenosas, blanquecinas, entrecruzadas en las que se observan finas capas de laminitas de biotita y moscovita. También hay granos de microclino.

Los afloramientos que aparecen al este de la localidad de Balcosna están constituidos por areniscas arcósicas grises rosadas.

En los alrededores de Sínguil afloran areniscas finas tobáceas, de color gris, estratificadas, con pequeñas intercalaciones de finos bancos de tobas blanco grisáceas y bancos de arcilla bentonítica compuesta por montmorillonita con granos dispersos de cuarzo.

Al pie de la cumbre de Narvárez, al oeste de la estancia Cóndor Huasi, afloran areniscas finas tobáceas de color gris, friables, areniscas conglomerádicas y tobas

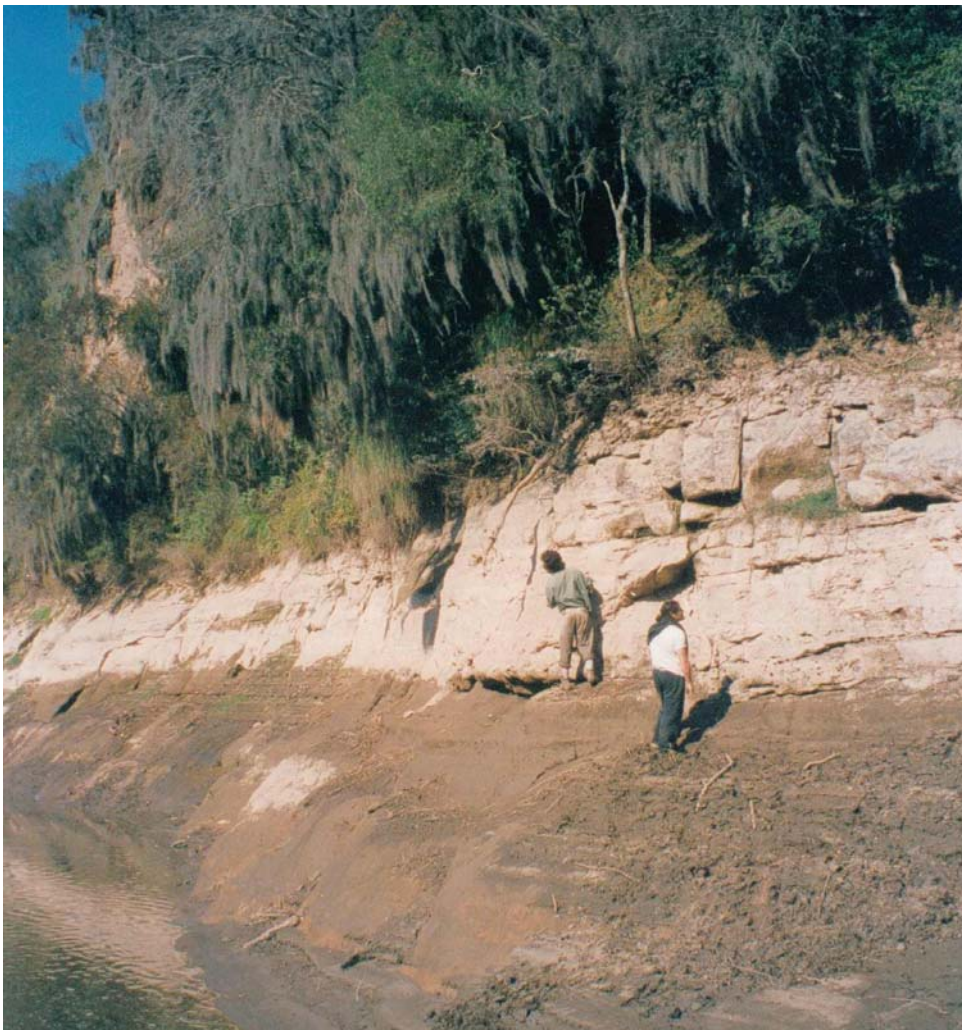


Foto 4: Afloramientos de la Formación Aconquija a orillas del embalse La Escaba, cerca de la desembocadura del río Las Moras.

en parte brechosas, que pasan hacia arriba a conglomerados y brechas andesíticas de color gris verdoso con intercalaciones de areniscas finas tobáceas.

Los afloramientos que aparecen entre los bloques que forman la cumbre de Narváez y la cumbre de las Higueras, están formados por areniscas pardo rojizas y areniscas grises.

Entre Narváez y las Chacritas afloran areniscas grises tobáceas con entrecruzamiento, que alternan con limolitas tobáceas de color gris claro y areniscas conglomerádicas con pequeños rodados de arcilla y chert.

Sobre las márgenes del río Cochuna y al pie de la cumbre de Los Llanos, afloran areniscas finas de fuerte color rojo ladrillo, con intercalaciones de arcilitas del mismo color y de bancos de areniscas conglomerádicas (ver foto 5). Luego de un sector cubierto, afloran areniscas tobáceas de color gris verdoso, tobas de color castaño claro y un conglomerado bien consolidado con clastos bien redondeados de hasta 60 centímetros de diámetro. No es posible establecer si las areniscas color rojo ladrillo y las areniscas grises constituyen una secuencia continua. Estas areniscas rojo ladrillo no aparecen en ningún otro afloramiento de la Formación Aconquija y el fuerte color rojo es característico de las rocas del Subgrupo Pirgua, aflorante en los márgenes del río Los Sosa, por lo que se piensa que podría tratarse de un afloramiento de la unidad cretácica. De esta manera, las areniscas suprayacentes corresponderían a la sección basal de la secuencia terciaria.

### *Afloramientos en la llanura*

En el área pedemontana oriental aparecen remanentes de rocas paleógenas que en general se pueden asociar a la sección I del perfil general.

En ambos márgenes del río Seco, a la altura de del puesto La Laguna, aparecen pequeños afloramientos de conglomerados caóticos matriz sostén, con clastos redondeados de volcanitas y matriz pelítica de color verde. Río abajo pasan a conglomerados con estructuras fluviales y luego a areniscas micáceas de color pardo.

Los afloramientos que descubre el río Tacanas, al pie de la cumbre de Santa Ana, muestran una marcada estructura entrecruzada en areniscas color pardo que inclinan hacia el este (ver foto 6).

En la cuesta del Clavillo, al oeste de la ciudad de Concepción, aflora una secuencia de 35 metros con bancos de 1,5 metros de espesor de areniscas limosas claras, masivas, que alternan con limolitas arcillosas de color castaño.

En las lomadas que aparecen entre La Calera y la loma Negra, afloran areniscas finas, micáceas, de color gris azulado, con clastos de piedra pómez.

En las terrazas del río Marapa afloran areniscas tobáceas finas de color gris castaño, con gran contenido de plagioclasas y vidrio, areniscas grises blanquecinas, con motitas de piedra pómez, con estratificación fina y entrecruzada y capas de una roca arcillosa, con laminillas de moscovita.



Foto 5: Areniscas finas y arcilitas color rojo ladrillo de la Formación Aconquija aflorando en el río Cochuna.

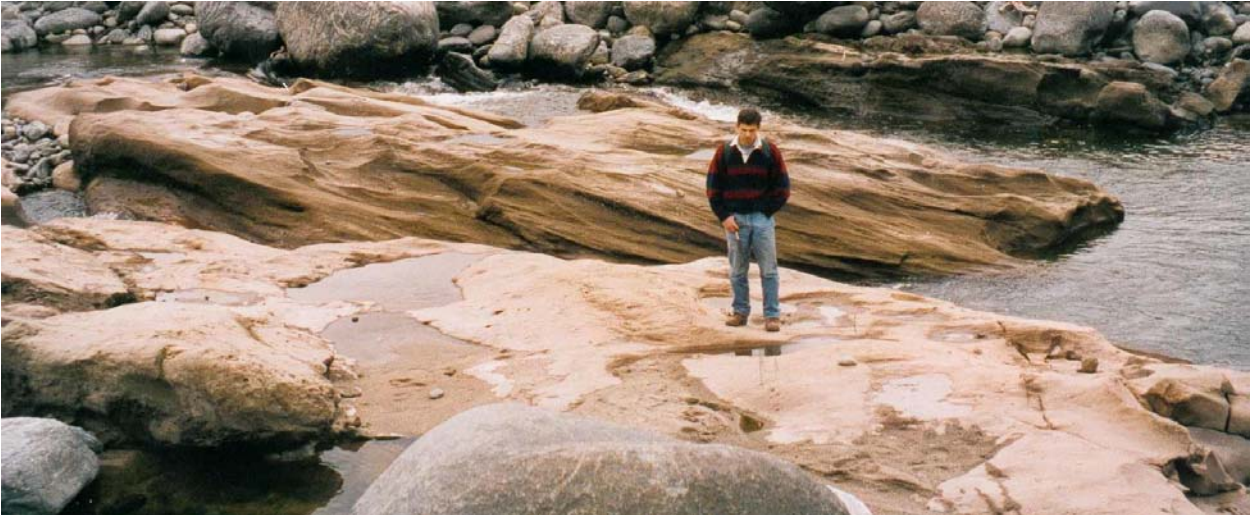


Foto 6: Facies de areniscas con estratificación entrecruzada de gran porte que presenta la Formación Aconquija en los afloramientos del río Tacanas.

En la localidad de San Ignacio se pueden observar en la calle principal, areniscas tobáceas finas, de color gris castaño, con leve tinte azulado y con motitas de piedra pómez.

La secuencia sedimentaria levantada por González Bonorino (1950) en el Campo del Pucará se apoya directamente sobre el basamento cristalino. Esta misma relación es la que se considera existe dentro de la Hoja, aunque no se observó ninguna exposición del contacto.

Tanto los afloramientos intermontanos como los que se encuentran en la llanura, están cubiertos por depósitos pedemontanos.

#### *Ambiente de depositación*

Los primeros depósitos se originaron por destrucción de material del basamento en un ambiente semiárido (indicado por la falta de caolín en la peneplanicie). Posteriormente se depositaron los materiales producto de erupciones volcánicas explosivas que tuvieron lugar en sitios más o menos distantes. Los sedimentos fueron en un principio transportados por corrientes tractivas de escasa intensidad. Esto queda evidenciado por las estructuras de corte y relleno de canal que sólo aparecen en los niveles de piedra pómez (muy blandos) y por los cristales que conservan contornos angulosos y que sugieren poco

transporte. La incorporación de rodados andesíticos en las secciones siguientes, indica la formación de un relieve positivo de rocas eruptivas. El redondeamiento de estos clastos revela un transporte prolongado. La alternancia de estos conglomerados con areniscas, indicarían que los períodos de transporte eficiente, alternaron con períodos en que la sedimentación provenía del material piroclástico retransportado (González Bonorino, 1950).

#### *Edad y correlaciones*

González Bonorino (1950), establece una correlación entre lo que denominó la sección I del perfil Las Pampitas-Punta de Agua, y el Calchaquense del Valle Santa María. La sección II, al Complejo Volcánico, y la sección III la consideró correlativa del Araucanense, cuyos niveles superiores son coetáneos con los Rodados de la Puna. Teniendo en cuenta estas relaciones, la edad de esta secuencia estaría comprendida entre el Mioceno medio y el Plioceno. Sin embargo, dos dataciones radimétricas de una muestra de toba extraída de los afloramientos que se encuentran en las inmediaciones del dique La Escaba, arrojaron edades K/Ar de 44 $\pm$ 1 y 47 $\pm$ 2 Ma (ver Cuadro 3). Estos datos indicarían una edad eocena media para la sección inferior de la secuencia, lo que permitiría correlacionarla con el Subgrupo Santa Bárbara.

Muestra	Localidad	Coordenadas	Roca	Mineral datado	Concentración de Potasio	Concentración $^{40}\text{K}$	Concentración $^{40}\text{Ar}_{\text{RAD}}$	$^{40}\text{Ar}$ atmosférico	Error porcentual	Edad
2766-IV-SG-CD-30	Embalse de Escaba	O 65°47'32'' S 27° 38' 19''	Toba	Anfibol	2.00%	5.970 x10 <sup>-8</sup> mol/g	1.559 x10 <sup>-10</sup> mol/g	50.0 %	3.2 %	44 $\pm$ 1 Ma
2766-IV-SG-CD-30	Embalse de Escaba	O 65°47'32'' S 27° 38' 19''	Toba	Anfibol	2.00%	5.970 x10 <sup>-8</sup> mol/g	1.649 x10 <sup>-10</sup> mol/g	48.6 %	3.2 %	47 $\pm$ 2 Ma

Cuadro 3 : Datos analíticos de las edades radioisotópicas de tobas de la Formación Aconquija.

## 2.4.2. NEÓGENO

### 2.4.2.1. Mioceno

#### **Formación Río Salí (7)**

*Limolitas, arcilitas, calizas y yeso*

##### *Antecedentes*

Esta formación fue definida por Ruiz Huidobro (1960) en la quebrada de Canizares. Posteriormente fue redefinida por Bossi (1969) al sur del valle de Choromoro, en donde incluyó una secuencia de margas y calizas con restos de peces en la sección basal.

##### *Distribución areal*

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en las inmediaciones de los ríos Zerda y Caspichango, al norte del Ingenio Santa Lucía, en la parte norte de la Hoja.

##### *Litología*

En el valle de Choromoro esta unidad está dividida en tres miembros: a) El Miembro Salina López, compuesto por limolitas, arcilitas margosas, lutitas bituminosas con restos de peces, calizas oolíticas y estromatolíticas y yeso en forma de venas y concreciones; b) el Miembro El Aliviadero, formado por limolitas rojas laminadas, con yeso concrecional, alternando con limolitas verdes y c) el Miembro Tapia, constituido por limolitas de color pardo rojizo y verde claro, con tobas blancas y areniscas en capas delgadas (Bossi, 1969).

En Hoja, la unidad está constituida por areniscas pardo rojizas, de grano fino, muy feldespáticas y friables, que presentan una estratificación buzante hacia el este y que correspondería a los miembros medio y superior. Los afloramientos más cercanos a la sierra presentan valores de inclinación de hasta 25° y disminuyen hacia el este hasta los 5° o 6° (Fernández, 1997). Se encuentra apoyada sobre el Basamento metamórfico-ígneo y cubierta por depósitos cuaternarios.

El espesor de la formación en la localidad tipo, arroyo India Muerta, es de 640 metros (Bossi, 1969).

##### *Ambiente depositacional*

Los depósitos que originaron esta unidad corresponderían a una transgresión que en un comienzo depositó arenas de dunas y de playa, a las

cuales siguieron facies pelíticas, calcáreas y de salinas. Los niveles pedogénicos que aparecen más arriba, indicarían una transición a barreales y lagunas. Luego la secuencia presenta facies correspondientes a un sabkha continental de salinidad y profundidad variable, que evoluciona a un sabkha salino, con barreales oxidados, yesíferos y sulfáticos (Bossi *et al.*, 1990).

##### *Edad y correlaciones*

En la Formación Río Salí no se han encontrado fósiles diagnósticos de edad. En el valle de Choromoro, esta unidad se apoya sobre la Formación Río Loro, que contiene fósiles de mamíferos del Paleoceno-Eoceno inferior, y se encuentra subyacente a la Formación India Muerta, en la cual se encontraron fósiles de edad miocena superior (Bossi, 1984). Por lo tanto, estos serían los límites temporales para esta unidad. Serraiotto (1976 y 1978) consideró a esta formación correlativa a la Formación Anta, la cual posee edades Ar/Ar correspondientes al Mioceno medio.

#### **Formación Guasayán (8)**

*Pelitas verdes yesíferas*

##### *Antecedentes*

Un informe de MINERA TEA (1968) considera como Formación Río Salí a la secuencia sedimentaria arcillosa yesífera que aflora en las adyacencias de la sierra de Guasayán y en las del Alto Ancasti. Battaglia (1982) denominó Formación Guasayán a las sedimentitas de la citada sierra.

##### *Distribución areal*

Las más extensas exposiciones de esta unidad se encuentran en el borde oeste de la sierra de Guasayán, donde estaría expuesta su base en los alrededores de Villa Guasayán. También aparecen afloramientos discontinuos hacia el este de dicha sierra, en los alrededores de Las Juntas, El Simbolar, estancia El Porvenir y Villa Rosa, donde su exposición está dada por la eliminación de la cobertura loésica producto del carcavamiento.

##### *Litología*

La Formación Guasayán está constituida por arcilitas verdes yesíferas, en parte amarillentas y rojizas. Incluyen nódulos y bancos de yeso fibroso y

compacto. Está coronada por una delgada capa de cenizas volcánicas de composición vítrea, con numerosas hojuelas de mica negra.

Los sedimentos arcillosos verdes están constituidos por feldespatos alterados a arcillas, estas últimas fueron determinadas por difracción de rayos X, dando illita en su mayor parte y montmorillonita en menor proporción. Formando parte de los sedimentos arcillosos verdes, también aparecen cristales de yeso de borde subangular o redondeados.

Estos sedimentos se habrían originado durante una ingesión marina. Según datos obtenidos por perforaciones realizadas en la región, el espesor alcanzado por estas sedimentitas supera los 400 metros, aunque sus afloramientos nunca exponen más de 5 o 6 metros continuos.

La Formación Guasayán se apoya en discordancia sobre el basamento cristalino en el faldeo oriental de la sierra (Battaglia, 1982) y está cubierta en forma discordante por la Formación Las Cañas, en los afloramientos que aparecen al oeste de la Villa Guasayán.

#### *Edad y correlaciones*

Esta unidad fue asignada al Mioceno superior por Battaglia (1982), por la aparición de foraminíferos marinos planctónicos (*Rotalia aff. bacarici parkinsoniana* y *Protelphidium aff. tuberculatum*), extraídos de una perforación al este de la sierra de Guasayán. Foraminíferos similares fueron encontrados en sedimentos marinos que afloran en las inmediaciones de la ciudad de Paraná, los cuales son asignados al Mioceno superior por Pisseta (1968), en su tesis inédita de la Universidad de Buenos Aires.

### **Complejo Volcánico Portezuelo de Las Ánimas (9)**

*Brechas volcánicas andesíticas*

#### *Antecedentes*

Estas rocas fueron citadas por primera vez por Rasmuss (1916) en la sierra del Aconquija. González *et al.* (1989) definieron a estas volcanitas en El Rincón-Huertas Viejas y, posteriormente, González (1990) las describió en el paraje homónimo en la sierra de Aconquija.

#### *Distribución areal*

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en los alrededores del río Los Reales, en el límite norte de la Hoja. No se reconocieron otros aflora-

mientos en el área que abarca esta Hoja, pero se han distinguido bloques formados por conglomerados volcánicos en el curso del río Seco, en el faldeo occidental del Aconquija. Esto hace pensar que podrían encontrarse algunos restos de esta unidad en la parte más alta del Aconquija, que están siendo actualmente erosionados.

#### *Litología*

Está constituido por brechas volcánicas, integradas por clastos andesíticos con tamaños que varían desde lapilli hasta bloques. Presenta una estratificación no muy bien definida. Hacia la parte superior, aparecen también bloques basálticos y la matriz presenta un aumento en la proporción de cenizas y polvo volcánico (González *et al.*, 1989).

#### *Edad*

Dataciones radimétricas Ar/Ar efectuadas por González (1990), han arrojado edades de 11,6 y 7,7 Ma para los niveles inferiores y superiores respectivamente, por lo cual se asigna la unidad al Mioceno superior.

#### 2.4.2.2. Plioceno

### **Formación Las Pavas (10)**

*Conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas*

Se propone esta denominación para los depósitos sedimentarios que aparecen sobre ambas márgenes del río Las Pavas, en el área de su confluencia con el arroyo Mesada, a la altura de Saladillo. En este lugar, la erosión del río originó un cañón con paredes muy verticales que exponen unos 30 metros de conglomerados. Su base no aflora y son cubiertos por conglomerados cuaternarios. Presentan un rumbo aproximado NE-SO, y una inclinación de 32° al SE.

#### *Litología*

Consisten en 30 metros de conglomerados sedimentarios caóticos, mayoritariamente clasto sostén, con matriz arenosa gruesa. Los clastos son subangulosos, generalmente su diámetro oscila entre 20 y 40 centímetros, aunque existen clastos de hasta 1,8 metros. Su composición es esencialmente migmatítica y en menor proporción pegmatítica.





Foto 7: A la izquierda se muestra el afloramiento de la Formación Las Pavas que aparece en la confluencia del arroyo Mesada y el río Las Pavas. Se ha dibujado un recuadro que se amplió en la foto de la derecha, donde se puede apreciar el carácter caótico de los conglomerados.

Si bien su grado de consolidación no es muy importante, es suficiente para permitirle mantener frentes de erosión verticales (ver foto 7).

#### *Ambiente de depositación*

El tamaño de los clastos, el carácter subanguloso de los mismos y su arreglo caótico, indican un ambiente de depositación de alta energía y escaso transporte, por lo cual se los vincula con las facies más proximales de una sedimentación pedemontana.

#### *Edad*

Esta formación se encuentra apoyando en discordancia erosiva sobre la Formación Aconquija y cubierta por depósitos pedemontanos plio-pleistocenos.

Si bien la composición de sus clastos, provenientes del basamento, le dan a este tipo de depósitos un carácter muy local, las características sedimentarias permitirían correlacionarlos con la Formación Yasyamayo, definida por Galván y Ruiz Huidobro (1965) en el río homónimo, en el valle de Santa María. Se le asigna entonces una edad pliocena.

### **Formación Las Cañas (11)**

*Conglomerados, limos arcillosos y cenizas volcánicas*

#### *Antecedentes*

Beder (1928) consideró a las acumulaciones sedimentarias terciarias de los alrededores de la sierra de Guasayán como Terciario Subandino. Battaglia (1982) la definió como Formación Las Cañas.

#### *Distribución areal*

Los afloramientos más continuos de esta unidad se extienden sobre ambos márgenes del río Dulce, donde la erosión fluvial expone no más de 10 metros de la sección superior. En la localidad de Bahoma se pueden observar pequeños afloramientos expuestos por el carcavamiento. Otros afloramientos se observan donde la ruta 10 corta pequeñas lomadas, relicto de erosión, que emergen en la planicie de loess (ver foto 8). Exposiciones similares aparecen en los alrededores de San José y al este de la estancia Pampa Pozo.

Battaglia (1982) indica afloramientos sobre el margen oeste del embalse de Río Hondo. Si bien éstos no fueron reconocidos durante el trabajo de campo, se los ha incluido por considerar-

se importante para el conocimiento de la extensión de estos depósitos.

Perforaciones realizadas en San Pedro de Guasayán, La Soledad, Medio Mundo, Arbolito y al oeste de Pampa Pozo, mostraron sedimentos en subsuelo asignables a esta unidad (Battaglia, 1982).

### *Litología*

Battaglia (1982) describe, en los alrededores de la localidad de Las Cañas, un perfil que comienza con 3 metros de conglomerados poco consolidados, con clastos de rodados del basamento cristalino, seguidos por limolitas color pardo rojizo, que intercalan finas capas de arena y de grava compuesta por rodados de hasta 5 centímetros. Estas facies tienen aproximadamente 15 metros de espesor. La secuencia remata con un nivel de 1,5 metros de cenizas volcánicas vítreas que contiene pequeños cristales de mica negra.

En las adyacencias de las termas de Río Hondo, sobre el margen derecho del río, la sucesión está conformada por limolitas y areniscas con contenido piroclástico, de tonalidades claras, con esporádicas intercalaciones de arcilitas limosas verdes, que culmina con un banco de tobas blancas deleznable de 1,5 metros de espesor.

La difracción de rayos X en el material arcilloso, de origen secundario, reveló una composición mayoritaria de illita y en menor proporción montmorillonita e interstratificaciones entre ambas.

En una lomada que corta la ruta 10, unos 4 kilómetros al oeste de Villa Guasayán, se observa a esta unidad apoyándose en discordancia sobre la Formación Guasayán.

### *Ambiente de depositación*

La presencia de un conglomerado basal sugiere la existencia de corrientes tractivas de alta energía al comienzo de la depositación. Según Battaglia (1982), estas corrientes corresponderían a la respuesta sedimentaria al levantamiento de tipo bascular que expone las rocas del basamento a la erosión. La gradación a sedimentos finos con intercalaciones de arenas y capas de gravilla indicarían la presencia de planicies aluviales de un sistema fluvial de escasa pendiente.

### *Edad y correlaciones*

Esta unidad se apoya sobre la Formación Guasayán. Por otra parte, el banco de cenizas volcánicas en la que culmina permitiría correlacionarla con el Araucanense (Battaglia, 1982). Por lo tanto, se puede asignar a esta unidad una edad pliocena media.

### **Formación Los Corrales (12)**

#### *Conglomerados y areniscas*

#### *Antecedentes*

Ruiz Huidobro (1972) definió las Formaciones Los Corrales y Zanja del Molle, basándose en los trabajos que Peirano (1946) realizó en la quebrada de Amaicha. González y Barrañeda (1993) consideraron como una única unidad a toda esta secuencia por la homogeneidad en su composición, denominándola Formación Los Corrales.



Foto 8: Corte de la ruta provincial 10 en areniscas limosas de la Formación Las Cañas.

### Distribución areal

La Formación Los Corrales aflora en el extremo NO de la Hoja, en el faldeo noroccidental de la sierra del Aconquija, donde si bien no se vio en el campo la relación con el basamento, se presume que se encuentra sobrecorrido por este, como ocurre más al norte.

### Litología

Esta formación está constituida por conglomerados de color gris oscuro a castaño rojizo. Los clastos son redondeados a subredondeados, tienen tamaño promedio de 10 a 20 centímetros de diámetro, llegando algunos a 1 metro. La composición de estos clastos es esencialmente andesítica, aunque aparecen algunos de granitoides subordinados.

La matriz es arenosa gruesa de color gris oscuro y se encuentra algo cementada por carbonatos. Presenta intercalaciones de areniscas finas a medianas, macizas, de color castaño claro a grisáceo (González y Barreñada, 1993).

Estos conglomerados corresponderían a la depositación de material procedente de la destrucción de parte del Complejo Volcánico Portezuelo de las Ánimas.

### Edad

Bossi *et al.* (1984) consideran como Formación Corral Quemado a los conglomerados de Los Corrales que suprayacen a los últimos niveles de tobas de la Formación Andalhuala en el valle de Santa María. Una datación radimétrica de esta toba, arrojó una edad de 3,4 Ma (Strecker *et al.*, 1984), es decir Plioceno inferior. Por lo tanto, se le asigna a la Formación Los Corrales una edad pliocena superior.

## 2.4.3. CUATERNARIO

### 2.4.3.1. Pleistoceno

#### Formación Concepción (13)

*Conglomerados, areniscas y limolitas*

#### Antecedentes

Fidalgo (1965) utilizó esta denominación para agrupar a todos los sedimentos cuaternarios llamados «Primer Nivel de Piedemonte» por González Bonorino (1950). Battaglia (1982) denominó Forma-

ción Capellanía a los sedimentos fanglomerádicos de abanicos aluviales y loess que afloran a lo largo de la sierra El Alto y al este de la sierra de Guasayán. Blasco *et al.* (1994), en la Hoja Geológica San Fernando del Valle de Catamarca, consideraron equivalentes ambas unidades.

### Distribución areal

Los afloramientos de estos depósitos se encuentran en los valles intermontanos, al pie del faldeo oriental de las cumbres de los Llanos, Santa Ana y Guasayán. Adquieren gran importancia en la depresión de La Escaba y en el faldeo oriental de la sierra del Aconquija. Se encuentran al pie de las sierras, cubriendo las rocas del basamento, y coronando las mesetas y lomadas constituidas por las sedimentitas terciarias, protegiéndolas de la erosión. El material de esta unidad aparece formando varios niveles, ya que al encontrarse apoyado sobre rocas terciarias muy friables, han sido sometidas a una constante removilización.

Si bien los afloramientos de esta unidad se encuentran restringidos al pie de las sierras, el reciente hallazgo de un fósil (*Neosclerocalyptus ornatus*) a 2 metros de profundidad en las inmediaciones de la localidad de Viclos, indicaría la extensión de los sedimentos pleistocenos en el subsuelo de la llanura tucumana (Comunicación verbal de Powell en González, 1999).

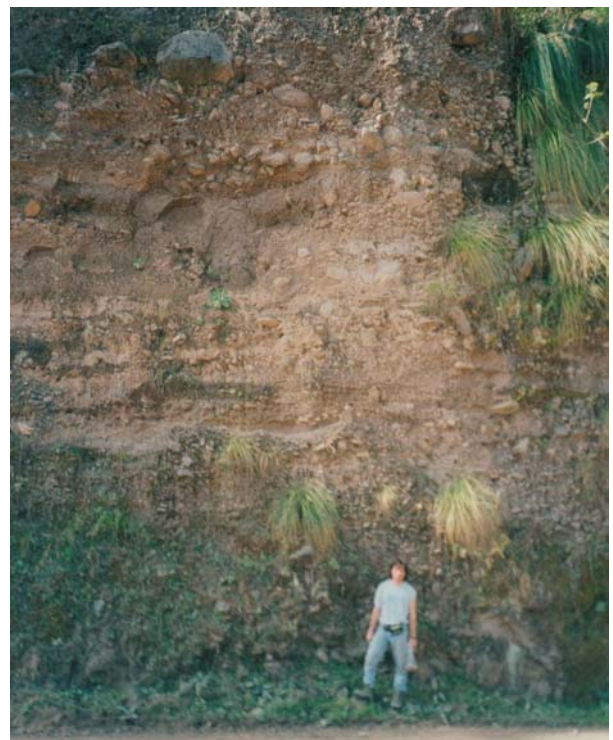


Foto 9: Aspecto que muestran los depósitos de la Formación Concepción en las inmediaciones del dique La Escaba.

### Litología

La formación está constituida por conglomerados caóticos gruesos, los clastos en su mayoría son angulosos, de la misma composición que el basamento. Presenta intercalaciones de facies arenosas gruesas y, esporádicamente, algunos bancos de sedimentos finos (ver foto 9).

Los espesores varían desde el orden del metro hasta decenas de metros. A lo largo del curso del río Los Sosa se observan cortes de erosión que exponen hasta 25 metros de estos depósitos. En las inmediaciones del dique La Escaba, éstos alcanzan los 20 metros. Se estima que los espesores máximos son de unos 40 metros en los depósitos que se encuentran al pie de la sierra del Aconquija.

### Edad

Estos depósitos aparecen apoyándose en discordancia erosiva sobre la Formación Las Pavas, de edad pliocena. El alto grado de disección que presentan los afloramientos y su posición topográfica, indica que son anteriores a los depósitos pedemontanos del Holoceno inferior, por lo que se le asigna a esta unidad una edad pleistocena.

### 2.4.3.2. Holoceno

#### Depósitos pedemontanos (14)

*Limo-arcillas y gravas*

Estas acumulaciones se extienden como una faja norte-sur, a lo largo de todo el piedemonte oriental del sistema serrano, rellenando los espacios entre las lomadas formadas por los remanentes de las rocas terciarias. Su límite oriental es difícil de establecer, ya que la cobertura vegetal y el cultivo de los campos ocultan todo tipo de afloramiento. Las mejores exposiciones se encuentran a lo largo de los márgenes de los ríos que atraviesan el piedemonte, como el Marapa, San Ignacio y Chirima; y los arroyos Malpaso, Matazambi y Medina. La superficie de los depósitos se encuentra cubierta por un pequeño espesor de suelos y una densa vegetación (ver foto 10). Los caminos que se abrieron entre las localidades de Los Sarmientos y La Calera, destaparon esta delgada cubierta, exponiendo estos sedimentos.

### Edad

Estos depósitos están asociados a una agradación pedemontana muy reciente. El bajo grado de consolidación y la horizontalidad de los ban-



Foto 10: Afloramientos de los Depósitos Pedemontanos al oeste del Ingenio Santa Lucía.

cos que lo conforman, le otorga a estos depósitos un aspecto moderno. Se encuentran disectados por la actual red de drenaje, por lo que se los asigna al Holoceno inferior. Los depósitos pedemontanos son correlacionables con la Formación Coneta definida por Nullo (1981), para los sedimentos que conforman el segundo nivel de piedemonte que aparece en la Hoja 15 f Huillapima, y que Blasco *et al.* (1994) extienden en la Hoja 2966-II San Fernando del Valle de Catamarca.

### **Depósitos aluviales (15)**

#### *Arenas y gravas*

Una vasta planicie aluvial, al norte del río Marapa, se extiende con una suave pendiente hacia el este, desde los depósitos pedemontanos hasta aproximadamente los 65° 00' de longitud oeste. Estos depósitos se encuentran disectados por la actual red de drenaje que atraviesa de este a oeste la llanura tucumana. Ninguno de los límites de esta unidad está bien definido, ya que el pasaje de depósitos pedemontanos a aluviales es transicional, lo mismo que hacia los depósitos eólicos, que se encuentran cubriendo toda la llanura, pero adquieren más importancia hacia el este.

Están constituidos por arenas finas a medianas con esporádicas apariciones de pequeños rodados dispersos, que se hacen más abundantes en profundidad, donde conforman verdaderos bancos gravosos que se intercalan en las arenas.

#### *Edad*

Estos depósitos constituirían las facies más distales del piedemonte del Holoceno inferior.

### **Depósitos de remoción en masa (16)**

#### *Bloques, gravas y arenas*

Los depósitos de remoción en masa se distribuyen en todas las zonas donde existe relieve. Se encuentran al pie de las pendientes que presentan tanto el basamento como en el Terciario. La mayor parte de estas acumulaciones está constituida por el material removilizado de los depósitos pedemontanos antiguos, que se deslizan por las abruptas pendientes que presenta el basamento, o que son descalzados de las lomadas y mesetas a las que se encuentran coronando, por la erosión fluvial de las friables rocas terciarias en las que se apoyan.

La densa vegetación selvática que se desarrolla en este ambiente, dificulta la localización de estos

depósitos por medio de la fotointerpretación, razón por la cual no se los ha incluido en el mapeo. Se los puede identificar fácilmente en la parte más alta de la sierra del Aconquija, donde se los observan en forma de glaciares de roca, que removilizan material de morenas, cuyos restos son aun posibles de observar.

#### *Edad*

Estos depósitos se encuentran acumulándose en la actualidad, por lo que se los considera de edad holocena superior.

### **Depósitos eólicos (17)**

#### *Limos*

Extensas acumulaciones de loess se encuentran en toda la llanura tucumana, inclusive cubriendo los depósitos aluviales, donde se los ha despreciado en el mapeo. También aparecen importantes depósitos en los valles estructurales entre las cumbres de Humaya, Balcosna y Potrerillo, donde la erosión producida por el río Singuil y el corte del camino, descubren unos tres metros de depósitos loésicos con una base fluvial (ver foto 11).

#### *Edad*

Markgraf y Bradbury (1982) consideran que esta sedimentación eólica se produce desde hace entre 6000 y 4000 años. Se la considera entonces de edad holocena superior.

### **Depósitos fluviales (18)**

#### *Gravas y arenas*

Los depósitos fluviales se encuentran confinados a fajas que atraviesan de oeste a este la llanura tucumana. Están constituidos por sedimentos que fueron transportados y depositados por los ríos Salí, Colorado, Seco, Gastona, Chico, Medina, Marapa, Matazambi, San Ignacio y San Francisco. Estos cauces nacen en el sistema serrano, labrando profundos valles en V en las rocas del basamento y cañones en las sedimentitas terciarias. Atraviesan los depósitos pedemontanos y aluviales del Holoceno inferior, formando varios niveles de terrazas.

Están constituidos por bloques, gravas y arenas de la composición del basamento, aunque esporádicamente se encuentran rodados de sedimentitas terciarias. Los bloques aparecen redondeados y alcanzan tamaños del orden de varios metros en las zonas



Foto 11: Corte de la ruta provincial 1 en los depósitos loésicos, en los alrededores de la localidad de Singuil.



Foto 12: Salitral El Tranquilo.

proximales, y disminuyen su tamaño hacia el este, donde aumenta la proporción de arenas. Estas últimas se caracterizan por la alta proporción de micas en su composición.

### *Edad*

Estos depósitos fluviales están asociados a la actual red de drenaje, por lo que se los considera de edad holocena superior.

### **Depósitos salinos (19)**

#### *Suelos salinos*

Estos depósitos se originan en bajos de las planicies aluvial y eólica. Los más extensos aparecen entre las rutas provinciales 130 y 8, en el salitral El Tranquilo (foto12).

Otros depósitos de menor desarrollo areal se extienden hacia el SE desde Agua Salada, y al norte de Termas de Río Hondo, hasta Tagamanapa. El resto de los depósitos se encuentran distribuidos en los alrededores del embalse Río Hondo.

No se trata en realidad de verdaderos salares, sino de suelos salinos. Fueron incluidos en el mapa geológico por su gran desarrollo areal y el evidente contraste geomórfico y textural que producen en el paisaje.

## **3. TECTÓNICA**

El área de la Hoja 2766-IV Concepción, está incluida en la Provincia Geológica de Sierras Pampeanas Noroccidentales. Si bien el basamento aflorante ocupa escasa superficie en la Hoja, su estructura presenta rasgos interesantes por encontrarse en una zona de transición, donde se producen importantes cambios estructurales a nivel regional.

Las Sierras Pampeanas están formadas por un conjunto de bloques de basamento metamórfico levantados por fallas inversas que presentan un arreglo doble vergente. Esta entidad constituye el antepaís andino al sur del paralelo 27 °S y su extremo norte penetra como una cuña entre la Puna y la Cordillera Oriental hasta los 24°S. Dado que es un rasgo regional característico de la orogénesis oclóyica la pronunciada vergencia hacia el Oeste, es probable que las fallas vergentes en esa dirección representen elementos correspondientes a ese evento, que sufrieron posteriormente distintos grados de reactivación (Jordan y Allmendinger, 1986 y Mon, 1993). Es llamativo que donde aparece la deformación oclóyica, el basamento se encuentra elevado o próximo a la

superficie. Esta característica es interpretada por Fernández Garrasino (1989) como que la elevación no estaría relacionada a una estructura joven, sino que es un hecho que se ha prolongado en el tiempo desde el Paleozoico inferior, identificándose, según el autor, una relación entre la intensidad de la deformación oclóyica y la magnitud del levantamiento.

Las fallas oclóyicas elevaron a partir del Silúrico un basamento cristalino que se ensancha de norte a sur, y que actuó como un elemento de resistencia frente a la acción de los movimientos ándicos neógenos, condicionando los cambios en las características del antepaís andino. La estructura oclóyica no es el único factor condicionante de la estructura, ya que existe una correlación entre esta y el ángulo de subducción de la placa de Nazca (Jordan *et al.*, 1983).

Entre los 26° y 27° 30'S se produce hacia el sur la brusca desaparición de las Sierras Subandinas, y un cambio en la vergencia de las estructuras de Sierras Pampeanas. Estos cambios han sido atribuidos a un rasgo oblicuo denominado Lineamiento de Tucumán por Mon (1976) que y pasa por el extremo NO de la Hoja, al pie del faldeo sudoriental de la sierra del Aconquija. Esta estructura representaría un antiguo rasgo cortical reactivado parcialmente como una rampa lateral por movimientos más jóvenes (González y Mon, 1996). El Lineamiento de Tucumán corresponde a una gran estructura transpresiva, con dirección N50° a N60°, con movimiento transcurrente dextral (Jordan *et al.*, 1983), entre la Puna y Sierras Pampeanas. Coincide con variaciones estructurales que presenta la cadena andina hacia el sur, como la reducción de su anchura, la disminución de la topografía, la desaparición del volcanismo neógeno entre los 27° y 33°S, y la reducción del ángulo de subducción de la Placa de Nazca. Esto explica la desviación de la orientación de la sierra del Aconquija con respecto a los cordones montañosos que se extienden hacia el sur y hacia el norte de la misma (ver figura 2). La deformación en este sector, puede ser interpretada como una combinación de cizallamiento simple paralelo a la dirección del lineamiento y cizallamiento puro con un estiramiento principal vertical (Urreiztieta *et al.*, 1994).

Sasso y Clark (1998) consideran que la diferencia de competencias existentes entre la Puna y las Sierras Pampeanas, podría haber controlado la respuesta a la compresión E-O provocada por la convergencia ortogonal neógena de las placas de Nazca y Sudamericana. El bloque del norte fue más resistente a la deformación compresiva, generando el acortamiento diferencial. Este comportamiento se refleja en la estructura NE-SO, la cual

inició un corte dextral a lo largo del rumbo NE, del Lineamiento de Tucumán.

Fernández Garrasino *et al.*, (1984), a partir de información geológica y sísmica, conceden a la sierra del Aconquija un carácter alóctono sobrecorrido hacia el este, por medio de una o más fallas inversas, que tienden a horizontalizarse en profundidad. La presencia de un sustrato metasedimentario y leptometamórfico observable en el faldeo oriental del extremo norte de las cumbres Calchaquíes (al norte de la Hoja), habría provisto superficies de discontinuidad física y la consiguiente debilidad mecánica preferencial, anteriores a los empujes andinos (Alvarez *et al.*, sin fecha). La presencia de una serie de fallas diagonales de rumbo NO y fallas con importantes rechazos con rumbo N-S, inclinadas hacia el este, indica que el macizo del Aconquija no está constituido por un solo bloque, sino que estaría formado por un conjunto de bloques menores fallados (González y Mon, 1996).

Al sur de la sierra del Aconquija las sierras son paralelas, de ancho similar, con planos inclinados hacia el este, formadas por un mecanismo de elevación

y rotación. La altura media de los valles longitudinales asciende en el sentido en que va dirigido el esfuerzo, cada valle intermontano es más bajo que el inmediato del oeste y la inclinación de la peneplanicie disminuye en el mismo sentido. La peneplanicie de la sierra de Narvárez está más inclinada que la de Humaya, que está situada más al oeste (González Bonorino, 1950).

Observaciones efectuadas en las sierras de Escaba, Narvárez, Balcosna, Potrerillo, Los Llanos, Humaya, Velazco (González Bonorino, 1950) y Guasayán (Beder, 1928), revelan una estrecha coincidencia entre la inclinación de las fallas y la de los planos de esquistosidad, que indicarían un control estructural de las primeras por los segundos.

En la parte occidental de la Hoja se encuentra la falla de Guasayán, que es la responsable del levantamiento del bloque de basamento de la sierra de Guasayán. Al oeste de esta falla se apoyan directamente sobre el basamento las arcilitas verdes yesíferas terciarias. Si bien no se conocen afloramientos de sedimentos cretácicos en este sector, la presencia más al norte de depósitos de sinrift cretácicos del Grupo Salta, impiden descartar la

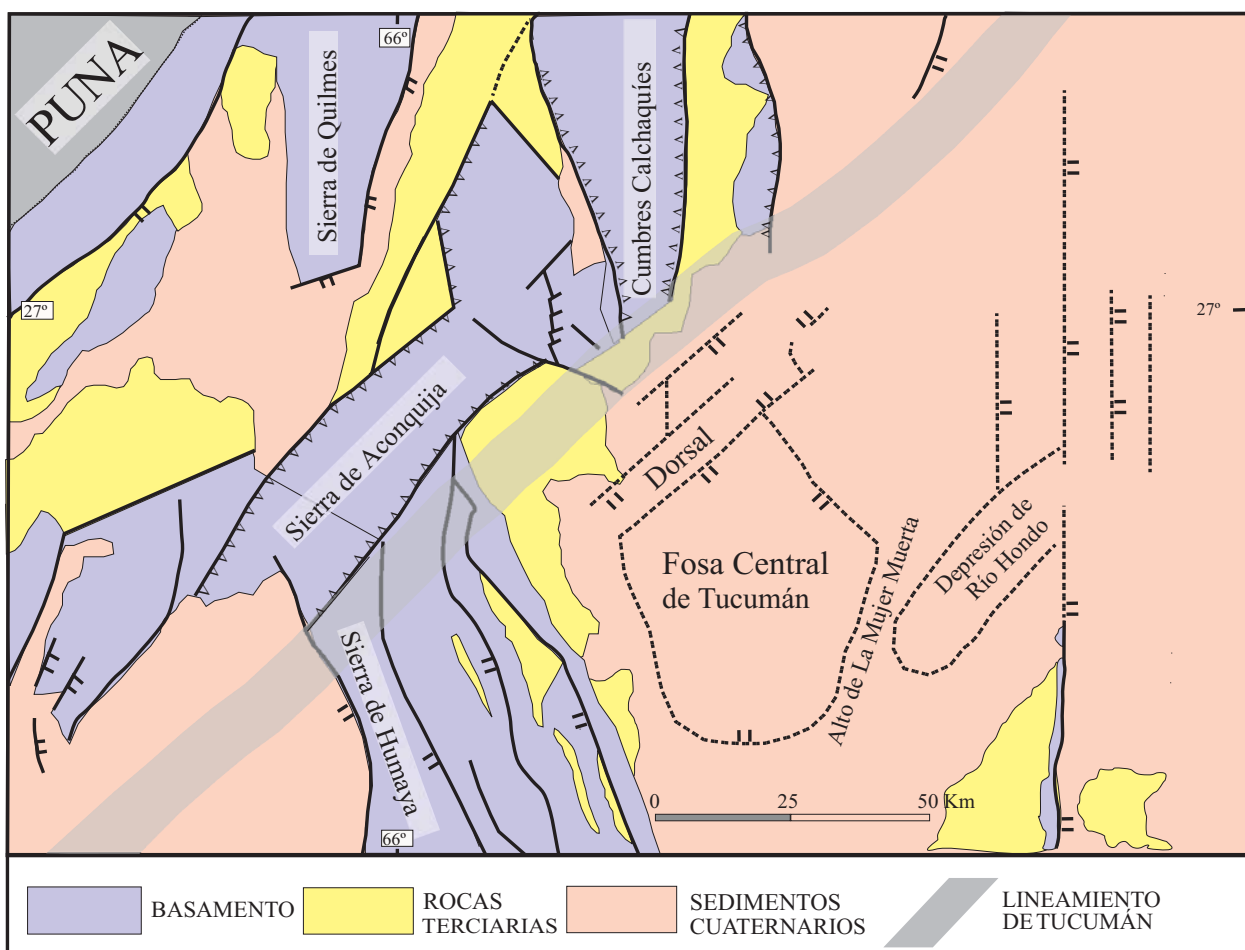


Figura 2: Esquema estructural regional



presencia de rocas de esa edad por debajo del Terciario (Cristallini *et al.*, 1997).

Entre el sistema serrano del Aconquija y la sierra de Guasayán, se extiende la llanura de Tucumán, que constituye una depresión estructural con una importante acumulación de sedimentos terciarios. Esta depresión está delimitada por dichas sierras y por una dorsal sepultada conocida como Alto de la Mujer Muerta (ver figura 2). En un registro de refracción levantado por YPF, se manifiestan velocidades intermedias entre las del basamento y las de los depósitos terciarios, que podrían corresponder a secuencias paleozoicas o mesozoicas (Mon *et al.*, 1990). Estos autores postulan que la formación de esta depresión sería producto de los esfuerzos divergentes que desplazaron a los sistemas serranos del Aconquija y Guasayán hacia el oeste y el este respectivamente, creando una zona intermedia de esfuerzos distensivos que permitió el hundimiento de la fosa central. Esta fosa es alargada en sentido N-S, y estaría limitada por fallas normales de alto ángulo, ocupando una zona restringida por la dorsal Guasayán-Mujer Muerta y las sierras del Aconquija. La acumulación sedimentaria alcanzaría un espesor máximo de 3000 metros. El área de esta cuenca está ocupada por una depresión topográfica reciente de forma triangular, donde fluye el río Salí y sus afluentes. Dicho río corre hacia el este a través de un paso entre el extremo norte de la sierra de Guasayán y el meridional de la Dorsal de la Mujer Muerta. El drenaje está fuertemente controlado por la estructura (Mon *et al.*, 1987).

Las acumulaciones terciarias aflorantes en los bordes de la cuenca central y en las depresiones entre las escamas de basamento, acompañaron a los movimientos de compresión y ascenso de este. Presentan la misma inclinación que la peneplanicie labrada en el basamento sobre el que se apoyan, y una deformación en las fajas en contacto con las fallas que limitan los bloques.

#### 4. GEOMORFOLOGÍA

En el área de la Hoja se reconocen tres ambientes bien diferenciados, por sus características geomorfológicas, litológicas y por su edad. En la porción occidental predomina el relieve labrado sobre rocas de basamento y sedimentitas terciarias, constituido por bloques fracturados y elevados, donde los procesos de erosión, principalmente la actividad fluvial, han configurado el actual paisaje serrano. En el resto de la hoja se reconocen dos

ambientes que han resultado principalmente de la actividad agradacional fluvial y la acción eólica: pedemontano y de llanura.

Se trata de un paisaje compuesto, modelado por procesos endógenos generadores de relieve y luego los procesos exógenos, como la acción fluvial y eólica actual. En las cumbres más elevadas de la sierra de Aconquija (noroeste de la Hoja) se han reconocido geoformas debidas a la actividad glacial. Los procesos de remoción en masa, si bien no han sido cartografiados por razones de escala, son importantes modeladores del paisaje en el área serrana y están asociados a la dinámica fluvial en los ámbitos pedemontano y de llanura.

En el Cuadro 4 se detallan las unidades geomórficas correspondientes a los ambientes serrano, pedemontano y de llanura, las unidades geomórficas que los integran, las geoformas que componen esas unidades y los principales procesos que les han dado origen; en tanto que el mapa geomorfológico se observa en la Figura 3.

#### AMBIENTE SERRANO

Los principales procesos responsables del modelado del paisaje serrano han sido los procesos tectónicos, que fallaron, elevaron y bascularon las rocas del basamento. Luego continuó la acción fluvial, fuertemente influenciada por la estructura geológica, de modo que los valles siguen los principales lineamientos estructurales. Por tal motivo, la red fluvial presenta diseños angular y rectangular angular.

##### *Peneplanicie ascendida y desmembrada*

Esta unidad se ubica principalmente en el sector centro-occidental y sur-occidental de la Hoja. Presenta sierras longitudinales que no superan los 2000 metros de altitud, formadas por bloques de rumbo nor-noroeste-sureste, volcados al este-noreste alrededor de 30°. Las sierras se caracterizan por poseer gran continuidad en sus líneas de cumbres, una sección asimétrica con la pendiente más abrupta hacia el oeste constituida por la escarpa de falla y el flanco oriental formado por una superficie muy regular, que constituye una característica heredada de la peneplanicie preterciaria (ver foto 13). Esta peneplanicie se caracteriza por presentar un muy buen estado de conservación debido a las condiciones climáticas imperantes durante la agradación terciaria que siguió a la erosión, tal como lo indican los depósitos de esa época, cuyos

ASOCIACIONES GEOMÓRFICAS	UNIDADES GEOMÓRFICAS	GEOFORMAS	PRINCIPALES PROCESOS ACTUANTES
Ambiente serrano	Peneplanicie ascendida y desmembrada	Peneplanicie Valles	Acción erosiva fluvial Remoción en masa
	Peneplanicie ascendida, basculada y disectada	Valles	Acción erosiva fluvial Remoción en masa
	Relieve erosivo agradacional glaciario y criogénico	Valles glacifluviales Circos Morenas	Acción glacial Procesos de remoción en masa Acción erosiva fluvial
	Valles intermontanos	Terrazas y valles fluviales	Acción agradacional fluvial Acción agradacional eólica Acción erosiva fluvial
Ambiente pedemontano	Relieve labrado sobre rocas terciarias cubiertos por piedemonte	Valles	Acción erosiva fluvial
	Relieve labrado sobre rocas terciarias y cubierto por loess	Lomas Valles	Acción erosiva fluvial Acción agradacional eólica y fluvial.
	Pedimentos labrados sobre depósitos del Terciario	Pedimentos disectados	Acción erosiva fluvial
	Niveles de agradación pedemontana	Abanicos aluviales, terrazas y valles fluviales	Acción agradacional fluvial
Ambiente de llanura	Planicie aluvial	Valles Paleocauces	Acción agradacional fluvial
	Planicie aluvial disectada	Valles Paleocauces	Acción agradacional fluvial
	Planicie de divagación del río Salí	Paleocauces Valles	Acción agradacional fluvial
	Planicie aluvial con importante participación eólica	Valles	Acción agradacional fluvial y eólica
	Planicie loésica	Bajos Bajos salinos	Acción agradacional eólica
	Fajas fluviales	Terrazas Planicies aluviales	Acción agradacional fluvial

Cuadro 4: Cuadro geomorfológico

afloramientos sobreyacen a la peneplanicie en la base de las laderas (González Bonorino, 1950).

Está formada por el macizo de Aconquija, dividido por fallas en una serie de bloques, inclinados hacia el este, correspondientes a las cumbre de Santa Ana, de Narváez, de las Higueras, de los Llanos, del Potrerillo, de los Pinos y de Balcosna, a la sierra de Humaya y a la cumbrecita del Molle. La superficie de erosión correspondiente a la peneplanicie se encuentra muy bien representada en las laderas orientales de las sierras de Narváez y Humaya.

La sierra de Guasayán, ubicada en el sector sudeste de la Hoja, se incluye también dentro de esta unidad. Conforman un cordón angosto y elongado, de rumbo norte-sur con estructura de bloque volcado hacia el oeste. La línea de cumbres tiene rumbo prácticamente N-S con una pendiente suave hacia el este, la cual constituye el plano de erosión de la antigua peneplanicie exhumada antes mencionada (Battaglia, 1982).

#### *Peneplanicie ascendida, basculada y disectada*

Se ubica en el ámbito de la sierra de Aconquija, en el noroeste de la Hoja, e incluye principalmente al cordón de las Ánimas, que alcanza cotas del orden de los 5000 metros. Dado el alto grado de disección fluvial y glaciaria, el plano de erosión de la peneplanicie terciaria no se encuentra conservado en este sector, salvo en las partes más bajas de la falda, donde el tiempo transcurrido desde que fuere denudada de los sedimentos que la cubrían, ha sido menor. Si la superficie de la peneplanicie fuera prolongada mediante un plano imaginario hacia el este, pasaría muy por encima de la superficie actual (González Bonorino, 1951).

Los principales agentes responsables del modelado del paisaje son la acción fluvial y la acción glaciaria, en las cumbres más elevadas de la sierra del Aconquija.



Foto 13: Peneplanicie inclinada hacia el este, que constituye la ladera oriental de la cumbre del Potrerillo.

### *Relieve erosivo agradacional glaciario y criogénico*

Se ubica en la sierra del Aconquija (cordón de las Ánimas), en el ángulo NO de la Hoja, en niveles altitudinales superiores a los 3500 metros. Las principales geoformas resultantes de la actividad glaciaria son circos, artesas y morenas. Estas últimas ocupan la parte elevada de los valles, al pie de los circos (González Bonorino, 1951). Esta zona ha sido afectada por erosión fluvial y procesos de remoción en masa, principalmente reptaje (gelifluxión y solifluxión) y meteorización física por congelifración.

### *Valles intermontanos*

Son valles subsecuentes, elongados, con dirección NO-SE y NNO-SSE. Los de mayor extensión son los valles ocupados por los ríos Chavarría (entre la cumbre de Narváez al O y la cumbre de Santa Ana al E), Sínguill (entre la cumbre de las Higueras al oeste y la silleta de Escaba al este) y tramo superior del río Sínguill - río de los Puestos (entre la sierra de Humaya al O y la cumbre de Balcosna al este). Este último se encuentra dividido en dos cuencas por los altos del Sínguill. Al norte, el tramo superior del Sínguill, de rumbo N-S y drenaje sur, presenta un quiebre pronunciado en su recorrido entre las cumbres de las Higueras y Balcosna, para desembocar hacia el norte, en el embalse de Escaba. Al sur de los Altos nace el río de los Puestos, que drena hacia el sur con rumbo N-S. Este diseño permite suponer un proceso de captura por retroceso de la cabecera del río Sínguill, captando las

aguas de un curso fluvial N-S, formado por el tramo superior del Sínguill y del río de los Puestos.

### AMBIENTE PEDEMONTANO

#### *Relieve labrado en rocas terciarias y cubiertos por piedemonte*

Esta unidad agrupa los afloramientos terciarios que aparecen en los bordes de la peneplanicie, asociados a antiguos niveles de agradación pedemontana. Se trata de un relieve erosivo constituido principalmente por escarpas producidas por la acción fluvial en las rocas poco consolidadas. Estas formas se encuentran muy cubiertas por la vegetación.

#### *Relieve labrado en rocas terciarias y cubierto por loess*

Esta unidad se relaciona con los afloramientos de sedimentitas terciarias asociados al bloque que conforma la sierra de Guasayán. La erosión de estas rocas friables formó un relieve de lomas, que no superan los 500 metros, y que ha sido cubierto por sedimentos cuaternarios de potencia variable, de origen fluvial y principalmente eólico.

#### *Niveles de agradación pedemontana y Pedimentos labrados sobre depósitos del Terciario*

Constituye una unidad elongada, adosada a la sierra del Aconquija y a la cumbre de Santa Ana.

Coincide aproximadamente con la unidad «llanura pedemontana» de Sayago *et al.* (1984). Según estos autores constituye una superficie plana a suavemente ondulada, que se extiende a lo largo de la cadena del Aconquija, donde destacan tres geoformas principales: pedimentos, abanicos aluviales y valles.

Se han reconocido tres niveles de agradación pedemontana. Del más antiguo de ellos sólo se conservan relictos. Se encuentra asociado a los tramos superiores de los ríos y arroyos, especialmente en el NO de la hoja. Adyacente a la peneplanicie, sobreyaciendo niveles terciarios, se encuentra un segundo nivel, fuertemente disectado. El tercer nivel conforma una unidad elongada, suavemente ondulada, de poca pendiente, adosada al pie del sistema serrano y con escaso grado de disección fluvial. Incluye cursos fluviales permanentes y transitorios, y abanicos aluviales que corresponderían a un nivel de agradación actualmente inactivo, desarrollado durante el Holoceno inferior a medio (Markgraf y Bradbury, en Sayago *et al.*, 1984). Los depósitos fluviales se encuentran cubiertos por un depósito de loess de potencia variable, pero en general inferior a los 2 metros (González Bonorino, 1951). Este último nivel constituiría una transición al ambiente de llanura.

Se incluye en este ambiente un nivel de pedimentos, desarrollados sobre depósitos terciarios. Constituyen lomas bajas con pendientes moderadas y cotas que van de los 450 a 650 metros. Presentan concordancia de cumbres muy conspicuas y se encuentran fuertemente disectados por la acción fluvial. Estos niveles se encuentran muy cubiertos por depósitos pedemontanos.

#### AMBIENTE DE LLANURA

##### *Planicie aluvial, Planicie aluvial disectada y Planicie de divagación del río Salí*

La Planicie aluvial es una extensa superficie de escaso relieve en la que confluyen los cursos fluviales provenientes de la región montañosa del oeste. Esta unidad, ubicada al oriente del ambiente pedemontano, coincide con la «llanura aluvial» de Sayago *et al.* (1984). Estos autores diferencian un ambiente predominantemente fluvial, al norte del río Marapa, de la zona ubicada al sur, donde las geoformas fluviales se encuentran atenuadas por la disminución de las precipitaciones. Está dominada por la acción agradacional de los cursos fluviales. Los ríos, que en el ámbito pedemontano presentaban hábitos entrelazados, pa-

san a meandriiformes al ingresar a este ambiente, debido a la disminución de la pendiente. La red hidrográfica es muy densa, y los ríos y arroyos poseen cursos divagantes con abundantes meandros y paleocauces. Hacia el este, la frecuencia de los cursos se incrementa, permitiendo diferenciar la unidad denominada Planicie aluvial disectada, con la presencia de bajos anegadizos y mayor número de cursos fluviales y paleocauces recientes. Los cursos fluviales confluyen en el bajo de río Hondo.

En el sector norte se encuentra la Planicie de divagación del río Salí, ubicada entre el curso actual del río y la línea del ferrocarril Mitre a Santiago del Estero. La orientación y el grado de inactividad de los paleocauces parecen indicar que el río Salí derivó hacia el sudoeste, probablemente por influencias tectónicas (Sayago *et al.*, op. 1984).

Estas unidades, dominadas por la acción agradacional fluvial, se encuentran fuertemente asociadas y limitan al occidente con el ambiente pedemontano, el límite sur se encuentra en las proximidades del río Marapa y el límite oriental está ubicado a la altura del embalse y del arroyo Mixta. Hacia el este las geoformas fluviales son menos evidentes y comienzan a aparecer bajos salinos.

##### *Planicie aluvial con importante participación eólica*

Se ubica en el sector centro sur de la Hoja. La red fluvial en esta unidad presenta cursos escasos, que una vez que atraviesan el Piedemonte se infiltran en sus depósitos. Tal es el caso de los ríos San Francisco y San Ignacio, que abandonan el relieve serrano y el piedemonte con régimen permanente, para infiltrarse en sus aluvios.

Se observa una atenuación de la morfogénesis fluvial por disminución de las precipitaciones en el área de cabeceras de los cursos (ambiente serrano). Los paleocauces evidencian que los cursos fluviales alcanzaron, durante períodos más húmedos del Holoceno, la depresión de Río Hondo (Sayago *et al.*, 1984).

##### *Fajas fluviales*

Bajo la denominación Fajas fluviales, se han cartografiado las planicies de inundación y terrazas de los cursos principales. Los cursos más importantes que atraviesan estas unidades son, de norte a sur, el arroyo Mixta, los ríos Salí, Seco, Medina, el arroyo Matazambi y río Marapa.



### Planicie loésica

Se ubica en el sector oriental de la Hoja y constituye una llanura de pendiente muy suave, orientada hacia el NE, formada por depósitos loésicos de variable espesor.

Hacia el NE de la Hoja disminuye su gradiente, conformando una superficie de muy escaso relieve en la provincia de Santiago del Estero. Hacia el oriente disminuyen gradualmente las precipitaciones, dando lugar a la presencia de salinas ocupando paleocauces y bajos, así como los niveles de costa del embalse de Río Hondo. Hacia el límite oriental de la Hoja y en el sector topográficamente más bajo, se encuentra el salitral El Tranquilo una extensa superficie muy plana, con sales en superficie.

En las proximidades del embalse se ubican bajos elongados, poco pronunciados, relacionados con la depresión de Río Hondo.

El principal curso fluvial es el río Dulce, de rumbo este-oeste y hábito anastomosado, que presenta dos niveles de terrazas.

La cobertura loésica, principal factor que ha contribuido a definir el paisaje actual, se habría originado en un período árido, durante el cual dominaron procesos de erosión - agradación eólica, que afectó gran parte de las llanuras sudamericanas entre los 6000 y 4000 años antes del presente (Markgraf y Bradbury, en Sayago *et al.*, 1981).

## 5. HISTORIA GEOLÓGICA

En un período que comienza en el Proterozoico superior y se prolonga posiblemente hasta el Cámbrico inferior, se produjo una sedimentación areno-pelítica, y en parte carbonática, en un ambiente marino. Estos eventos se produjeron durante el Ciclo Orogénico Pampeano. A partir del Cámbrico inferior y hasta el Cámbrico medio esta secuencia fue plegada y metamorfizada (Rapela *et al.*, 1992)

Durante el Silúrico y hasta el Carbonífero inferior, el metamorfismo regional es reemplazado por un metamorfismo de contacto que alcanza su máxima intensidad durante el Ordovícico, momento en que se produce el emplazamiento de granitos, anatexis y la migmatización de las rocas del basamento. Estos episodios se asimilan al Ciclo Orogénico Famatiniano.

Los esfuerzos correspondientes a la fase Oclóyica produjeron un ascenso cortical de 10 a 15 kilómetros, que expuso estas rocas a la erosión

superficial, labrándose de esta manera las primeras peneplanicies.

Durante el Carbonífero se produjo la fracturación en bloques por esfuerzos compresivos que seguramente alternaron con eventos distensivos que originaron las cuencas gravitacionales donde se acumularon sedimentos que si bien no afloran en la Hoja, no se descarta que se encuentren en profundidad (Cristallini *et al.*, 1999).

Esfuerzos extensionales dieron lugar, en el Cretácico inferior, a una serie de fosas tipo rift, que actuaron como cuencas para la sedimentación continental que originó al Grupo Salta. La discordancia basal del Grupo Salta es atribuida a la fase catanlítica, es decir Cretácico inferior, aunque Salfity (1982) no descarta la influencia de la fase Araucana (Jurásico superior). Inicialmente, el hundimiento de la cuenca provocó la depositación del conglomerado basal que caracteriza a la base del Subgrupo Pirgua, a la que le siguió una sedimentación tranquila, propia de una cuenca de subsidencia permanente. Estas cuencas se cerraron durante el diastrofismo Incaico.

El Ciclo Ándico somete al área a esfuerzos compresivos, elevando las rocas del basamento y exponiéndolas a la erosión que originó las peneplanicies preterciarias. Esfuerzos divergentes, corrieron a las rocas que hoy constituyen los sistemas serranos del Aconquija y Guasayán hacia el oeste y el este respectivamente, creando una zona intermedia de esfuerzos distensivos que abrió una cuenca en la que, durante el Eoceno medio, se depositó el material que dio origen a la Formación Aconquija. En el Mioceno medio y superior, el área se vio afectada por una ingresión marina durante la cual se produjo la sedimentación de finos correspondientes a las Formaciones Río Salí y Guasayán.

Un intenso volcanismo continuo desde 11,6 hasta 7,7 Ma, asociado a un graben neógeno de magnitud regional que abarcaba los valles de Santa María, El Cajón y Hualfin, dio lugar al Complejo Volcánico Portezuelo de las Ánimas.

El importante pulso de ascenso de los bloques que se produjo en el Plioceno superior (2,1 Ma), tuvo una respuesta sedimentaria que se traduce en la gruesa granulometría que presentan la Formación Los Corrales al oeste de la sierra y la Formación Las Pavas al este de la misma.

Los levantamientos deformaron los bancos de la Formación Las Pavas y sobrecorrieron hacia el oeste a las rocas del basamento sobre los conglo-

Edad		Procesos Geológicos	Litología	Unidades Litoestratigráficas	Fases Diastróficas	Ciclo
CENOZOICO	CUATERNARIO	Erosión y sedimentación Sedimentación	Arenas, limos, arcillas, gravas y cenizas volcánicas.	Depósitos holocenos Formación Concepción	QUÉCHUICA	ÁNDICO
	NEÓGENO	Ascenso de bloques-erosión Sedimentación	~~~~~Discordancia~~~~~ Arenas, limos, y cenizas volcánicas	Formación Las Cañas Fs. Las Pavas y Los Corrales		
	PALEÓGENO	Ascenso de bloques-erosión Volcanismo	Gravas y bloques Brechas volcánicas Limos y cenizas volcánicas Arenas, limos, y cenizas volcánicas	Complejo Volc. P. de las Ánimas Fs. Río Salí y Guasayán Formación Aconquija		
MESOZOICO	CRETÁCICO	Sedimentación Erosión	Arenas y gravas	Subgrupo Pirgua	LARÁMICA CATANLÍLICA	FAMATINIANO
	JURÁSICO	Sedimentación (?) v erosión	~~~~~Discordancia~~~~~			
	TRIÁSICO					
PALEOZOICO	PÉRMICO	Magmatismo	Granitos adamellíticos	Granito San Ignacio-Los Pinos	CHÁNICA OCLÓYICA TILCÁRICA	PAMPEANO
	CARBONÍFERO					
	DEVÓNICO SILÚRICO	Metamorfismo de contacto Ascenso de bloques-erosión	Granitos, tonalitas y migmatitas	Granitoides Ordovícicos		
	ORDOVÍCICO	Magmatismo (Intrusiones y migmatización)	Monzogranitos	Formación El Alto		
CÁMBRICO	Magmatismo	Granitoides sintectónicos	Basamento metamórfico-igneo			
PRECÁMBRICO	PROTEROZOICO	Magmatismo Metamorfismo regional y magmatismo → Sedimentación arenopelítica en ambiente marino	Filitas -Migmatitas Arenas y arcillas			

Cuadro 5: Cuadro de síntesis de la historia geológica

merados de la Formación Los Corrales. Como respuesta sedimentaria a estos levantamientos, se habría desarrollado el piedemonte que se asocia a los Depósitos Pedemontanos Antiguos.

Al principio del Holoceno las condiciones climáticas fueron cálidas y secas, período en el cual el drenaje que bajaba del sistema serrano dio lugar a un extenso piedemonte que hacia el este pasaba a una gran planicie aluvial. Luego el clima se torno más frío y húmedo, sometiendo a condiciones glaciarias a las partes más altas del Aconquija. Actualmente la zona serrana tiene un clima cálido y húmedo, donde la acción fluvial se hace importante en la estación húmeda, lo mismo que los fenómenos de remoción en masa. En la llanura el clima es cálido y seco, predominando la acción eólica y la evaporación que da lugar a la formación de suelos salinos.

## 6. RECURSOS MINERALES

La Hoja Concepción registra una escasa actividad minera con la extracción de arenas y cantos rodados en los ríos pedemontanos. La extracción de triturados pétreos fue en las décadas pasadas una actividad floreciente en la sierra de Guasayán, pero al terminar el año 1999 se abandonó la extracción en

el área. Algo semejante ocurrió en la década del setenta cuando se cerraron todas las canteras de yeso.

En cuanto a los minerales metalíferos, sólo se registran indicios de mineralización en el cuarzo de Piedras Blancas y zonas de alteración hidrotermal en El Pago, ladera sur del río La Horqueta, las que han sido prospectadas por empresas mineras.

En el cuadro 6 se resumen las principales características de las ocurrencias minerales de la Hoja.

### Arenas y cantos rodados

Las principales fuentes de este recurso están en los lechos y márgenes de los ríos actuales, tales como el Colorado, Caspinchango, Mandolo, Seco, Marapa y San Ignacio. La extracción de arena y cantos rodados es muy modesta. La escasa producción está restringida a la demanda de los municipios, privados y en algunos casos de empresas constructoras o viales, cuando surgen necesidades vinculadas con la obra pública. En general se extrae arena de distintas granulometrías, con excepción de los ríos Marapa y Seco donde además se recuperan cantos rodados.

A la fecha, la firma Civimet tiene montada una pequeña planta de clasificación y lavado localizada en la margen oeste del río Seco.

## Cuarzo

### *Piedras Blancas*

Está localizado en el faldeo oriental del cerro Quico, ubicado en las cumbres del Potrerillo, a una altura de 1300 metros sobre el nivel del mar.

Se accede desde la localidad de La Cocha por un camino precario hasta el dique San Ignacio y desde allí por senda de herradura hasta el yacimiento.

Diversos autores se ocuparon en estudiar tanto la génesis como las posibilidades económicas del yacimiento, entre los que se pueden citar a Peña (1963), Hillar (1964) y Barber (1979), entre otros.

Los filones hidrotermales están emplazados en grietas o fisuras preexistentes de la masa granítica a las que rellenaron conformando cuerpos tabulares de distintas dimensiones que constituyen el yacimiento de cuarzo Piedras Blancas.

El cuarzo se presenta al menos en tres generaciones. El cuarzo blanco lechoso masivo constituye grandes masas y posee cristales de hasta 20 centímetros. El cuarzo hialino, en cristales prismáticos de dimensiones variables entre decímetros a escasos centímetros, o bien como drusas que rellenan las cavidades del cuarzo lechoso. En menor proporción se observa sílice opalina de color gris, con textura de relleno que atraviesa y cementa cavidades o fracturas de las generaciones anteriores.

Acompañan al cuarzo lechoso sericita y pequeñas cantidades de wolframita, scheelita, molibdenita y oro. Las dos primeras en forma de nidos o bolsones.

La alteración y mineralización corresponden a un depósito intraplutónico asociado temporal y espacialmente al granito de edad carbonífera, ya que las relaciones de campo y textura indican un emplazamiento epizonal, características en los depósitos de wolframio asociados a granitos.

El yacimiento consiste en dos cuerpos principales de morfología lenticular, con rumbos NNO-SSE y ONO-ESE, con potencias que oscilan entre 50 y 90 metros y corrida de 300 metros. En general estos cuerpos de cuarzo están muy fracturados, predominando las fracturas de rumbo N-S y ENE-OSO, verticales a subverticales.

Barber (1979), en un plan de prospección y exploración, efectuó un cálculo de reservas de cuarzo de 250.000 toneladas medidas y 125.000 toneladas inferidas.

Hasta la fecha, la actividad minera del yacimiento Piedras Blancas se limitó a pequeñas labores con fines exploratorios.

## Granito

### *San Ignacio- Los Pinos*

El yacimiento está ubicado en el cerro Quico, perteneciente a las cumbres del Potrerillo, departamento La Cocha, provincia de Tucumán.

Se accede desde la localidad de La Cocha por un acceso hasta la comuna de Los Pizarro, desde allí por camino consolidado que conduce al dique San Ignacio distante 5 km y luego por sendas precarias hasta el yacimiento, en la quebrada del río San Ignacio.

El único estudio destinado a evaluar las características ornamentales del plutón San Ignacio –Los Pinos, es el realizado por Viruel de Ramírez y Barber (1994), con la finalidad de seleccionar áreas para el establecimiento de canteras.

Geológicamente la región está constituida por un basamento cristalino integrado por esquistos y rocas graníticas pertenecientes al plutón San Ignacio –Los Pinos de edad carbonífera.

La textura original de este cuerpo plutónico fue modificada por la acción de soluciones hidrotermales tardías magmáticas que produjeron sucesivamente microclinización y greisenización, dando origen a transformaciones texturales y composicionales. De acuerdo a estas variaciones, que son las determinantes para caracterizar el color y variedad comercial del granito, se determinaron en el plutón dos variedades con características ornamentales similares a las conocidas en el mercado como “Rosa Mar” y “Rosa del Salto”.

El yacimiento es poco visible a causa de la densa cobertura vegetal de tipo subtropical característica de esta región, por lo que sólo es posible observar afloramientos de extensión lateral y vertical a lo largo del río San Ignacio, donde se definieron tres áreas potenciales de la variedad «Rosa Mar».

El granito de esta variedad se caracteriza por una textura granosa, grano mediano a grueso, con cristales de cuarzo que oscilan entre 1 a 9 milímetros y de microclino de hasta 10 milímetros. Microscópicamente está constituido por plagioclasa, cuarzo, biotita y microclino; este último se incorpora a la roca como producto del proceso de microclinización. Como minerales secundarios contiene moscovita, cuarzo y topacio y los componentes accesorios son apatita, circón y minerales opacos. Composicionalmente varía entre monzonita cuarzosa y granodiorita cuarzosa. En general la roca es fresca y en partes muestra tinciones con tonos verdosos o rojizos debido a alteración y oxidaciones ferruginosas.



Cuadro 6: Resumen de indicios y ocurrencias minerales

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1.100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				Y	X						
1	Arena	Mandolo	Monteros	65° 34' 32"	27° 10' 19"	2666 - 22	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
2	Arena	Río Seco	Río Seco	65° 33' 49"	27° 17' 09"	2666 - 22	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
3	Arena y Grava	Agolio	Villa Alberdi	65° 35' 14"	27° 37' 19"	2666 - 28	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
4	Arena y Grava	Yánimas	Yánimas	65° 39' 31"	27° 38' 03"	2666 - 28	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
5	Arena	San Ignacio	La Cocha	65° 34' 40"	27° 43' 13"	2666 - 34	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
6	Cuarzo	Piedras Blancas	Los Pizarro	65° 40' 52"	27° 45' 00"	2666 - 34	Gr	Granitos	Carbonífero	Q, Ser, Wt, Mo, Sch, Au	
7	Granito	San Ignacio-Los Pinos	Los Pizarro	65° 42' 43"	27° 46' 25"	2666 - 34	Gr	Granitos	Carbonífero		
8	Arena	Martin	Padilla	65° 21' 53"	27° 00' 00"	2666 - 23	Are y Grava	Depósito fluviales	Holoceno superior		Cantera
9	Arena	Río Colorado	Bella Vista	65° 19' 52"	27° 01' 18"	2666 - 23	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
10	Arena	Río Caspinchango	Famatilla	65° 28' 44"	27° 03' 00"	2666 - 23	Are y Grava	Depósitos fluviales	Holoceno superior		Cantera
11	Triturados pétreos	El Martirizado	Chañar Pozo	64° 48' 24"	27° 40' 45"	2666 - 36	Esq, Piz, Gr	Basamento Cristalino	Precámbrico - Ordovícico		Cantera
12	Piedra laja	Montenegro	Chañar Pozo	64° 48' 46"	27° 43' 25"	2666 - 36	Piz	Basamento Cristalino	Precámbrico		Cantera
13	Triturados Pétreos	Panedine	Chañar Pozo	64° 49' 41"	27° 47' 33"	2666 - 36	Gr, Esq	Basamento Cristalino	Precámbrico - Ordovícico		Cantera
14	Yeso	San Ramón	El Jumeal	64° 52' 20"	27° 48' 48"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
15	Yeso	Tableado Norte	El Jumeal	64° 49' 45"	27° 49' 02"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
16	Yeso	Tableado Sur	El Jumeal	69° 49' 34"	27° 49' 02"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
17	Yeso	San Luis norte	El Jumeal	64° 52' 20"	27° 49' 43"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
18	Yeso	San Luis sur	El Jumeal	64° 52' 17"	27° 50' 50"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
19	Yeso	San Francisco	El Jumeal	64° 52' 15"	27° 51' 02"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
20	Yeso	Guasayán	El Jumeal	64° 51' 12"	27° 53' 25"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
21	Yeso	Campo Verde	El Jumeal	64° 42' 42"	27° 57' 42"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
22	Yeso	Loma Blanca	El Jumeal	64° 40' 02"	27° 57' 58"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
23	Yeso	El Jumeal	El Jumeal	64° 38' 52"	27° 58' 30"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera
24	Yeso	Santa Rosa	Villa Rosa	64° 37' 00"	27° 58' 02"	2666 - 36	Arc	Formación Guasayán	Mioceno superior	Gyp	Cantera

Abreviaturas: Arc: arena, Au: oro, Are: Arella, Esq: Esquistos, Gr: Granitos, Gyp: Yeso, Mo: Molibdenita, Piz: pizarra, Q: cuarzo, Sch: Scheelita, Ser: Sericita, Wt: Wollframita

En un sector, la roca muestra planos de fracturas de rumbo preferencial N10° e inclinación 75° ESE y otros E-O de posición prácticamente vertical, con espacios variables entre 0,60 y 20 metros que definen bloques de tamaños variables entre 1 y 55 metros cúbicos. En un segundo sector se definieron fracturas con rumbos preferenciales N310°-330° e inclinación 60° SO, y otro N 70°-80° que delimitan bloques de tamaños variables entre 1 y 70 metros cúbicos. Un tercer sector presenta fracturas de rumbos preferenciales NO-SE e inclinación 80° al NE y N25° subverticales, que definen bloques de 60 hasta 360 metros cúbicos.

Los volúmenes totales estimados son 40.000 m<sup>3</sup> de granito conocido como variedad ornamental "Rosa Mar".

En otros sectores que no fueron objeto de estudio detallado se determinó la variedad ornamental conocida en el mercado como granito "Rosa del Salto". Este granito está caracterizado por una textura porfiroide en la que se distinguen megacristales de microclino rosado, que alcanzan una longitud de hasta 6 centímetros, con distribución homogénea en una masa granosa de color rosa grisáceo. Su composición corresponde a un granito cuarzoso (Viruel de Ramírez y Barber, 1994).

## Piedra laja

### *Cantera Montenegro*

La cantera Montenegro está ubicada en el faldeo oriental de la sierra de Guasayán. Se accede desde la ruta nacional 9 por el mismo camino que se dirige a la cantera El Martirizado.

La explotación fue realizada durante la década pasada, para obtener lajas para revestimiento y pisos de viviendas.

La geología está constituida por pizarras negras oscuras de rumbo N 20° e inclinación con valores de 80° oeste a verticales. La cantera tiene un desarrollo de 200 metros en sentido meridional y de 20 metros de ancho y altura máxima de 20 metros.

## Triturados pétreos

### *Cantera El Martirizado*

La cantera El Martirizado o Abra del Martirizado se ubica en el paraje Chañar Pozo, extremo norte de la sierra de Guasayán, en el departamento Río Hondo de la provincia de Santiago del Estero. Se

accede partiendo desde la ruta nacional 9 (km 1186) por un camino consolidado hacia el oeste por unos 15 kilómetros.

La geología está constituida por esquistos finos y pizarras a los que intruyen cuerpos graníticos. Estas rocas fueron explotadas para ser utilizadas como material para base y subbase de obras viales en la región.

Esta importante cantera consta de tres laboreos principales, alineados meridionalmente.

La labor norte, de mayor desarrollo, tiene rumbo aproximado norte-sur, unos 150 metros de longitud y varios frentes de avance de hasta 20 metros de altura. Se extrajo una pizarra gris verdosa oscura, en gran parte manchada con óxidos de hierro que le confieren una coloración castaño rojiza, muy diaclasada y con pliegues apretados.

La labor del centro se ubica a unos 300 metros al sur de la anterior, tiene un desarrollo de unos 100 metros de largo por 70 metros de avance y también posee varios frentes de explotación de hasta 20 metros de altura. La labor del sur se ubica a 200 metros de la anterior y posee un desarrollo semejante a las anteriormente descriptas.

La cantera fue explotada por la firma Curi Hermanos hasta finales del año 1999. Esta empresa contó con equipos de molienda y de clasificación para las distintas granulometrías. Su producción se estima en unas 3.500 toneladas mensuales en la década del setenta (Angellelli *et al.*, 1980).

### *Cantera Panedine*

La Cantera Panedine o El Tableado está ubicada en la sierra de Guasayán, a 15 kilómetros al sur de la cantera El Martirizado. Se accede por un camino consolidado en buen estado de conservación.

La geología del área está constituida por granitoides grises oscuro, de textura equigranular, coherentes y sin foliación, compuestos por adamelitas biotíticas en una caja de esquistos verdosos.

Esta cantera fue explotada hasta la década del ochenta. El material extraído fue utilizado en el cierre del Embalse de Río Hondo y también como triturados pétreos con destino a obras viales (empresas Panedine, Curi Hnos. y otras).

A unos 3 kilómetros al sur de la cantera Montenegro existió otra explotación de triturados pétreos conocida como cantera Figueroa que fue explotada por Cartellone. Actualmente está cubierta por el monte y se ha cerrado la huella de acceso desde el camino principal.

Yacimiento	Reservas(t)	Leyes máxima y mínima (% Ca <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2 H <sub>2</sub> O)
El Tableado	624.434	95,4 – 83,6
San Luis norte	395.269	96,5 – 87,4
San Luis sur	180.656	97,0 – 82,7
San Ramón	234.029	96,2 – 88,5
Campo Verde	503.240	97,1 – 88,6
Lomas Blancas	1.093.011	95,0 – 84,3
El Jumeal	331.856	96,6 – 86,8

**Cuadro 7:** Valores de algunas canteras de yeso proporcionados por la Dirección Provincial de Minería

## Yeso

Los depósitos de yeso se encuentran en ambos faldeos de la sierra de Guasayán. Se accede al faldeo oriental por la ruta provincial 64 desde la ciudad de Santiago del Estero y al occidental por la ruta 10 desde San Pedro hacia el este, ruta que conduce a Villa Guasayán.

Las canteras de yeso están inactivas desde fines de la década del setenta; sólo algunas de ellas tuvieron un desarrollo minero intenso en esa época.

En la sierra de Guasayán se realizaron estudios regionales sobre las acumulaciones de yeso que permitieron conocer los numerosos depósitos, su extensión, potencia y calidad del yeso. Los mismos fueron llevados a cabo por Minera TEA (1968) y por la Dirección Provincial de Minería (1968).

Los bancos de yeso, más resistentes a la erosión, se ubican en la parte más elevada de las pequeñas lomadas de los faldeos de la sierra, como también a veces en zonas planas conformando planchones coincidentes con la escasa inclinación de los estratos.

Los estratos portadores de yeso forman parte de la secuencia arcillosa de colores rojizos, amarillos y verdosos de la Formación Guasayán.

El yeso es de color blanco, blanco verdoso y blanco grisáceo; posee estructura maciza, compacta y a veces bandeada. En ciertos niveles contiene impurezas de arcillas y algunos cristales de cuarzo. También existe yeso de tipo escamoso y terroso.

Las principales canteras son: El Tableado Norte y Sur, San Ramón, San Luis Norte y Sur, San Francisco, Villa Guasayán, Campo Verde, Loma Blanca, El Jumeal y Santa Rosa.

En la cantera Tableado Norte se observa, en la parte alta de una suave lomada, un frente irregular de unos 200 metros de largo y una altura de 2 m. En este lugar aparece un banco de 1,70 metros de espe-

sor, que incluye dos niveles de 0,20 y 0,10 m compuestos por yeso e intercalaciones de arcilla verde de escasos milímetros.

En la cantera sur, que tiene menor desarrollo, se observa un banco de yeso de 1,20 m de potencia con sólo una intercalación de 0,20 m de yeso y arcilla verde. El yeso de estas canteras, macizo y compacto, fue comercializado como yeso crudo.

En la cantera San Luis Sur, el banco de yeso posee un espesor total de 1,10 m, en el que se intercala un banco de arcilla verde de 0,50 metros. El encape es de material arenoso-pelítico amarillento con 0,50 m de desarrollo. El yeso es compacto y bien estratificado. Fue comercializado como yeso crudo, cocido y en parte exportado al Paraguay.

En las canteras San Ramón y San Luis Norte los niveles de yeso tienen forma de bochones con espesores de 1,00 y 1,20 m respectivamente; por debajo existe un nivel de yeso blanco, compacto y bien estratificado (0,40 m de potencia mínima). La cobertura es de arcillitas verdes y rojizas que, junto con el suelo, alcanzan un metro de desarrollo.

Se citan en el Cuadro 7 las reservas y leyes de las canteras aludidas (Dirección Provincial de Minería, 1968).

## 7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Se pueden considerar como sitios de interés geológico a los siguientes lugares:

-El corte de la Ruta Provincial N° 9, a la altura de la estancia El Mollar, donde se encuentran las mejores exposiciones de la Formación Aconquija y el plegamiento relacionado con la falla que levanta el bloque de basamento.

-El corte que produce en los depósitos cuaternarios loéssicos la ruta provincial N° 1, en la localidad de Singuil, que expone unos tres metros de perfil.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, C., MILLER, F. y TOSELLI, A., 1990. Nuevas edades de metamorfismo por el método K-Ar de la Formación Puncoviscana y equivalentes NW de Argentina. Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Serie Correlación Geológica 4: 209-219, San Miguel de Tucumán.
- ALLMENDINGER, R., 1986. Tectonic development, southeastern border of the Puna Plateau, northwestern Argentine Andes. *Geological Society of America Bulletin*, v. 97. 1070-1082.
- ÁLVAREZ, L., FERNÁNDEZ GARRASINO, C., FERNÁNDEZ SEVESO, F. y PÉREZ, M. (S/F). Nota B 14 267 (23) de YPF. 1-6.
- ANGELELLI, V., I. SCHALAMUK y R. FERNÁNDEZ, 1980. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región centro-cuyo (Provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y San Juan). Secretaría de Estado de Minería, *Anales* 19: 1-261. Buenos Aires.
- ARDOLINO, A., BUSTEROS, A., LEMA, H., MENDIA, J., SERRANO, C. e YRIGOYEN, V., 1990. Plan Piloto de Relevamiento de la Hoja 1:250.000 Concepción. IGRM, Segemar. Inédito.
- BARBER, E., 1979. Estudio geológico del sector sur del cerro Quico, Tucumán – Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales, seminario (inédito). Tucumán
- BATTAGLIA, A., 1982. Descripción Geológica de las Hojas 13f, Río Hondo, 13g, Santiago del Estero, 14g, El Alto, 14h, Villa San Martín, 15g, Frías. Servicio Geológico Nacional, *Boletín* 186: 1-80, Buenos Aires.
- BEDER, R., 1928. La Sierra de Guasayán y sus alrededores, una contribución a la Geología e Hidrogeología de la Provincia de Santiago del Estero, Dirección General de Minas, *Publicación* 39, Buenos Aires.
- BLASCO, G., CAMINOS, R., LAPIDO, O., LIZUAÍN, A., MARTÍNEZ, H., NULLO, F., PANZA, J. y SACOMANI, L., 1994. Hoja Geológica 2966-II, San Fernando del Valle de Catamarca. Secretaría de Minería de La Nación. *Boletín* N° 212. Buenos Aires.
- BONARELLI, G. y PASTORE, F., 1916. Bosquejo Geológico de la Provincia de Tucumán. Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. Tucumán. 27-46.
- BOSSI, G., 1969. Geología y estratigrafía del sector sur del valle de Choromoro. *Acta Geológica Lilloana*, 10: 17-64. Tucumán.
- BOSSI, G. y GAVRILOFF, I., 1999. Terciario: Estratigrafía, Bioestratigrafía y Paleogeografía. En *Geología de Tucumán. Publicación Especial Colegio Graduados de Ciencias Geológicas*. 87-108. Tucumán.
- BOSSI, G., 1984. Terciario. En Aceñolaza, Toselli y Bossi. (Ed.): *Geología de Tucumán*, 67-80. Tucumán.
- BOSSI, G. y WAMPLER, M. 1969. Edad del Complejo Alto de las Salinas y Formación El Cadillal según el método K-Ar. *Acta Geológica Lilloana*, 10: 141-160. Tucumán.
- BOSSI, G., AHUMADA, E., GAVRILOFF, I. y MURUAGA, C., 1990. Análisis facial de la Formación Río Salí, en el valle del río Chorrillos (departamento de Burruyacu, Tucumán). 3° Reunión Argentina de Sedimentología, 1: 61-65. San Juan.
- CAMINOS, R., 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Segundo Simposio de Geología Regional Argentina; Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. I: 225-291.
- CINGOLANI, C. A. y VARELA, R., 1975. Geocronología Rubidio Estroncio de rocas ígneas y metamórficas de las sierras Chica y Grande de Córdoba. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica. I: 9-35.
- CISTERNA, C., INDRI, D., LISIAK, H., OYARZÁBAL, F. y SAAL, A., 1988. Aspecto geológico de algunos plutones de las Sierras Pampeanas del Noroeste Argentino. V Congreso Geológico Chileno. Tomo 3: 321-331. Santiago de Chile.
- CRISTALLINI, E., COMÍNGUEZ, A. y RAMOS, V., 1997. La estructura profunda del Aconquija y regiones adyacentes, Tucumán y Santiago del Estero, Argentina. VII Congreso Geológico Chileno. *Actas* 3: 1617-1621.
- CRISTALLINI, E., COMÍNGUEZ, A., RAMOS, V. y MERCERAT, D., 1999. Basement Double Wedge Thrusting in Western Sierras Pampeanas of Argentina (27°): Constraints From Deep Seismic Reflection. En prensa.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA, 1968. Los yacimientos de yeso de la sierra de Guasayán (departamentos Guasayán, Choya y Capital de la provincia de Santiago del Estero). Plan Minería de la sierra de Guasayán (Convenio entre la provincia de Santiago del Estero y el Consejo Federal de Inversiones). Seis tomos (inédito). Santiago del Estero.
- DURAND, F. y ROSSI, J., 1999. Metamorfismo del sector noroeste de las Cumbres Calchaquíes, Sierra de San Javier y serranías del noreste de Tucumán. *Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino*. Tomo I.: 52-57.
- FERNÁNDEZ, D., 1997. Prospección geológica y geoquímica del río Los Sosa. Facultad de Ciencias Naturales. Seminario (inédito) Tucumán.

- FERNÁNDEZ GARRASINO, C., 1989. La cuenca Chacoparanaense Argentina. Sus condiciones evolutivas y algunas posibilidades exploratorias. Boletín de Informaciones Petroleras, 3a. Serie, 18: 2-5. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ GARRASINO, C., BIANUCCI, H. y MUSMARRA, J., 1984. Algunos rasgos geológicos del sur de la Provincia de Salta y este de la Provincia de Tucumán, Argentina. Informe Geológico de YPF n° 7194: 1-18. Buenos Aires.
- FIDALGO, F. 1965. Geología del Pleistoceno del "valle" de Catamarca. Servicio Geológico Nacional, carpeta 663. Inédito.
- GALVÁN, A. y RUIZ HUIDOBRO, O., 1965. Geología del Valle de Santa María, estratigrafía de las formaciones mesozoicas-terciarias. Acta Geológica Lilloana, 7: 217-230. Tucumán.
- GONZÁLEZ, O., 1990. Las volcanitas del Portezuelo de las Ánimas, sierra de Aconquija, provincias de Catamarca y Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 45: 386-396. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O., 1999. Hoja Geológica 2766-II San Miguel de Tucumán. IGRM, Segemar Boletín N° 245. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O. y BARRAÑEDA, O., 1993. Geología y estructura de las nacientes del río Amaicha y el Infiernillo, provincia de Tucumán. Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 72-81. Mendoza.
- GONZÁLEZ, O. y MON, R., 1996. Tectónica del extremo norte de las Sierras Pampeanas y su transición a la Cordillera Oriental y a las Sierras Subandinas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas II: 149-160. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O., MOYANO PAZ, R. y GODEAS, M., 1989. Volcanitas en El Rincón y Huertas Viejas, sierra de Aconquija, Tucumán, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 44: 169-174. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, R., 1984. Edad de los componentes litológicos del basamento cristalino. En: Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 53-58. Tucumán.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950a. Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, Provincia de Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 74. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950b. Algunos problemas Geológicos de las Sierras Pampeanas. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Tomo V. N°3.
- GONZÁLEZ BONORINO, 1951a. Granitos y Migmatitas de la falda occidental del Aconquija. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 6; 137. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1951b. Descripción Geológica de la Hoja 12e, Aconquija, Provincias de Catamarca y Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 75. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, R. y TOSELLI, A., 1974. Radiometric dating of igneous rocks from Sierras Pampeanas, Argentina. Revista Brasileira de Geociencias. 4: 137-141. San Pablo.
- HALPERN, M., LINARES, E. y LATORRE, C., 1970. Estudio preliminar por el método estroncio-rubidio de rocas metamórficas y graníticas de la provincia de San Luis, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXV (3): 293-302.
- HILLAR, M., 1964. El yacimiento de cuarzo y wolframita de Piedras Blancas en el cerro Quico, departamento de Graneros, Tucumán. Revista Minera, tomo 27 (1). Buenos Aires.
- INDRI, D. y MEDINA, M., 1989. Nuevas observaciones geológicas y geoquímicas en el granito San Ignacio-Los Pinos, Provincias de Tucumán y Catamarca, Argentina. VI Congreso Geológico Chileno, 1: 294-297. Santiago.
- JORDAN, T. y ALLMENDINGER, R., 1986. The Sierras Pampeanas of Argentina: A modern analogue of Rocky Mountain foreland deformation. American Journal of Science, Vol. 286: 737-764.
- JORDAN, T., ALLMENDINGER, R. y RAMOS, V., 1983. La segmentación tectónica de los Andes Centrales y su relación con la geometría de la placa de Nazca. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas III: 587-606. Buenos Aires.
- KÜHN, F., 1914. Contribución a la fisiografía de la provincia de Catamarca, Informe sobre un viaje. Publ. Inst. Nac. Prof. Secc, N° 7.
- LINARES, E. y GONZÁLEZ, R., 1990. Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina. 1957-1987. Asociación Geológica Argentina. Publicación Especial Serie didáctica y complementaria n° 19. Buenos Aires.
- LINARES, E. y LATORRE, C., 1979. Geocronología potasio-argón de rocas metamórficas del sector meridional de la Sierra Chica de Córdoba, República Argentina: Actas 7° Congreso Geológico Argentino. V 1: 787-794. Buenos Aires.
- MARKGRAF, V. y BRADBURY, J., 1982. Holocene climatic history of South América. Striae, 16: 40-45. Upsala.
- Mc BRIDE, S., CAELLES, J., CLARK A. y FARRAR, E., 1976, Paleozoic radiometric age provinces in the Andean basement, latitudes 25-30 s: Earth Planetary Sciences Letters, v. 29: 189-216.

- MINERA TEA, 1968. Estudio geológico, minero, edafológico e hidrogeológico de Sierra de Guasayán, Santiago del Estero; proyectos mineros industriales; anteproyectos de reglamentaciones legales; planificación de la producción económica. Inédito. 22-35, Buenos Aires.
- MON, R., 1976. La tectónica del borde oriental de los Andes en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 31 (2): 65-72. Buenos Aires.
- MON, R., 1993. Influencia de la orogénesis oclóyica (Ordovícico-Silúrico) en la segmentación andina del Noroeste Argentino. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas III: 65-71.
- MON, R. y URDANETA, A., 1972. Introducción a la Geología de Tucumán, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27: 309-329.
- MON, R. y VERGARA, G., 1987. Área geotermal del borde oriental de los Andes del norte argentino en la Provincia de Tucumán. Síntesis Legislativa, Programática y Científico Técnica. Cámara de Diputados de Tucumán. 31-34.
- MON, R., HONG, F. y SOSA GÓMEZ, J., 1986. Aportes de la microtectónica al conocimiento de la geología del Basamento Metamórfico de la provincia de Tucumán. 3° Reunión de Microtectónica. Actas: 73-79. La Plata.
- MON, R., POMPOSIELLO, M. y DÍAZ, M., 1990. Estructura de la Cuenca de Tucumán de acuerdo a investigaciones gravimétricas. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 251-254. San Juan.
- OMIL, M., 1992. Geología y geomorfología del basamento de la sierra de Guasayán, provincia de Santiago del Estero. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán. 195p.
- OMIL, M., 2000. Estratigrafía de la Sierra de Guasayán, Santiago del Estero, Argentina. V Congreso Geológico de España. 1 (2): 289-292. Alicante.
- OMIL, M. y CABRERA, M. 1989. Algunas consideraciones acerca del cuerpo granítico San Ignacio, Sa. del Aconquija, provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*. 17 (1-2): 37-42. Tucumán.
- PEIRANO, A., 1946. Estudio geológico de la quebrada de Amaicha, departamento Tafí, provincia de Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán. Cuadernos de Mineralogía y Geología. 4 (15): 19-63. Tucumán.
- PEÑA, H., 1963. Nota preliminar sobre la presencia de wolfram en la provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*, tomo 4: 155-162. Tucumán
- PISSETA, J., 1968. Descripción de una fauna de foraminíferos de la Provincia de Entre Ríos. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (U.B.A.), inédito
- PORTO, J., 1981. Geología de las Cumbres de Periquillo, provincia de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales. Tesis Doctoral (inédito), 135 p. Tucumán.
- RAMOS E. y RAMOS, V., 1978. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. 7° Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 771-786. Neuquén.
- RAPELA, C., 1976. Las rocas granitoides de la región de Cafayate, provincia de Salta. Aspectos petrológicos y geoquímicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 31: 343-357. Buenos Aires.
- RAPELA, C., HEAMAN, L. y Mc NUTT, R., 1982. Rb-Sr Geochronology of granitoids rocks from the Pampean Ranges, Argentina. *Journal of Geology*. vol. 90, p. 574-582. University of Chicago.
- RAPELA, C., COIRA, B., TOSELLI, A. y SAAVEDRA, J., 1992. El magmatismo del Paleozoico Inferior en el sudoeste de Gondwana. En: *El Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Gutierrezmarco, J. C., J. Saavedra y J. Ravano editores. Parte I. Contribuciones generales ibero-americanas. Actas: 21-68. Mérida.
- RASSMUSS, J., 1916. Rasgos Geológicos de las Sierras Pampeanas. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, serie B, Boletín 13. Buenos Aires.
- RASSMUSS, J., 1918. La Sierra del Aconquija. 1° Reunión Nacional Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. *Physis*, 47-69. Buenos Aires.
- REYES, F. y SALFITY, J., 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del Noroeste Argentino. V Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 355-385.
- ROSSELLO, E., URREIZTIETA, M., LE CORRE, C., COBBOLD, P. y GAPAI, D., 1996. La elipticidad del bajo La Alumbra y la caldera del cerro Galán (Catamarca, Argentina): ¿Reflejo de la deformación andina? *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 51 (3): 193-200.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1955. Tectónica de las Hojas Chicoana y Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. X, 1, 7-43. Buenos Aires.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1960. El horizonte calcáreo dolomítico en la provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*, 3: 147-173. Tucumán.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1972. Descripción Geológica de la Hoja 11e, Santa María, Provincias de Catamarca y Tucumán. Servicio Nacional Minero Geológico. Boletín 134: 1-65. Buenos Aires.
- SALFITY, J., 1982. Evolución paleogeográfica del Grupo Salta (Cretácico-Eogénico) Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología. Actas 1: 11-26. Buenos Aires.

- SALFITY, J. y MARQUILLAS, R., 1999. La Cuenca Cretácico Terciaria del Norte Argentino en Geología Argentina. IGRM, SEGEMAR. Anales 29 (19): 613-626, Buenos Aires.
- SASSO, A. y CLARK, A., 1998. The Farallon Negro Group, Northwest Argentina: Magmatic, Hydrothermal and Tectonic Evolution and Implications for Cu-Au Metallogeny in the Andean Back-arc. Society of Economic Geologists, New Sletter, 34: 8-18. U.S.A.
- SAYAGO, J., RATTO, L. y COLLANTES, M., 1984. Geomorfología. En Aceñolaza, Toselli y Bossi eds. Geología de Tucumán, 143-155. Tucumán.
- SERRAIOTTO, A., 1976. Observaciones geológicas en el alto valle del río Salí. Departamento de Trancas, Provincia de Tucumán. Y P F (inédito), 54 p. Buenos Aires.
- SERRAIOTTO, A., 1978. Geología del área situada el este de la sierra de la Candelaria entre los ríos Horcones y Urueña, departamento Rosario de la Frontera, provincia de Salta. Y P F (inédito), 56 p. Buenos Aires.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. I. Años 1960-1974. Publicación Especial de la Asociación Geológica Argentina. Serie B, 3.
- STRECKER, M., BLOOM, A., CARRIÓN, M., VILLANUEVA, A. y NAESER, C., 1984. Piedmont terraces in the Valle de Santa María and in front of southwestern Sierra Aconquija. Actas del 9º Congreso Geológico Argentino, 1: 231-234. Buenos Aires.
- STRECKER, M., CERVENY, P., BLOOM, A. y MALIZIA, D., 1989. Late Cenozoic tectonism and landscape development in the foreland of the Andes: Northern Sierras Pampeanas (26°-28°S), Argentina. Tectonics 8 (3): 517-534.
- TOSELLI, A., ROSSI DE TOSELLI, J., SAAVEDRA, J., GARCÍA, A., DÍAZ TADDEI, R., FARÍAS, E. y MEDINA M., 1985. El granito especializado (Sn, W, Ta, Li, Rb, Cs, P) de Los Alisos, Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 40 (1-2): 120-123. Buenos Aires.
- URREIZTIETA, M., GAPAIS, D., LE CORRE, C., COBBOLD, P. y ROSSELLO, E., 1994. Development basins neogenes eb contexte transpressif, bordure sud-est de l'Altiplano-Puna (NW Argentina). 15º Reunion des Sciences de la Terre, 1: 33. Nancy.
- VILELA, C., 1951. Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo Dolomítico en la Puna Salto-jujeña y su significado geológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 6: 100-107. Buenos Aires.
- VIRUEL DE RAMÍREZ, M. y BARBER, E., 1994. Granito San Ignacio-Los Pinos. Prospección-Evaluación Preliminar. Secretaría de Minería de la Nación. Tucumán. Inédito (1-51).