

# Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

**1:250.000**

## Hoja Geológica 2969-III **Malimán**



Zona de alteración de la Fm. Doña Ana (al fondo de la imagen) en el Proyecto Veladero. En primer plano, andesitas del Grupo Choyoi

### Provincias de San Juan y La Rioja

Raúl Cardó

*Petrología y Petrografía:* Stella Poma, Vanesa Litvak, Graciela Santamaría  
*Sedimentología:* Oscar Limarino  
*Recursos Minerales:* Raúl Cardó e Iris N. Díaz  
*Supervisión:* Luis Fauqué



**INSTITUTO  
DE GEOLOGÍA  
Y RECURSOS  
MINERALES**

**SEGEMAR**  
SERVICIO GEOLOGICO  
MINERO ARGENTINO

Boletín N° 320  
Buenos Aires - 2007



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

Hoja Geológica 2969–III

**Malimán**

Provincias de San Juan y La Rioja

Raúl Cardó

*Petrología y Petrografía:* Stella Poma, Vanesa Litvak y Gabriela Santamaría  
*Sedimentología:* Oscar Limarino  
*Recursos Minerales* Raúl Cardó e Iris N. Díaz

*Supervisión:* Luis Fauqué

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

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

**Boletín Nº 320**  
Buenos Aires - 2007

## **SECRETARIO DE MINERÍA**

---

Jorge Mayoral

## **SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO**

---

Secretario Ejecutivo: Pedro Alcántara

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

---

Roberto F. Page

## **DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL**

---

José E. Mendía

# **SEGEMAR**

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

### **Referencia bibliográfica**

CARDÓ, R., I. N. DÍAZ, O. LIMARINO, V. LITVAK, S. POMA y G. SANTAMARIA, 2007. Hoja Geológica 2969-III, Malimán, provincias de San Juan y La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 320, 52p. Buenos Aires.

### **Ejemplo cita particular**

LIMARINO, O., 2007. Sedimentología. En: Hoja Geológica 2969-III, Malimán, provincias de San Juan y La Rioja. Instituto de Geología Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 320. Buenos Aires.

ISSN 0328-2333

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	.....	1
<b>ABSTRACT</b>	.....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	.....	3
<b>2. ESTRATIGRAFÍA</b>	.....	3
Relaciones generales	.....	3
2.1. Paleozoico	.....	4
2.1.1. Ordovícico	.....	4
Formación Río Blanco	.....	4
2.1.2. Devónico	.....	5
Grupo Chinguillos	.....	5
Formación Pircas Negras	.....	5
Formación Chigua	.....	6
2.1.3. Devónico - Carbonífero	.....	7
Formación Punilla	.....	7
Metaformitas pre-carboníferas	.....	8
2.1.4. Carbonífero - Pérmico	.....	8
Grupo Angualasto	.....	8
Formación Malimán	.....	8
Formación Cortaderas	.....	9
Granodioritas Tabaquito	.....	9
Formación Quebrada Larga	.....	9
Formación Acerillos	.....	11
Formación Agua Negra	.....	12
Gabros	.....	13
2.2. Paleozoico - Mesozoico	.....	13
2.2.1. Pérmico - Triásico	.....	13
Grupo Choiyoi	.....	13
Granodiorita Las Piedritas	.....	15
Riolita Tres Quebradas	.....	15
Granito Los Puentes	.....	15
Granito Las Opeñas	.....	17
Granito Los Lavaderos	.....	17
Superunidad Ingaguás	.....	17
2.3. Mesozoico	.....	17
2.3.1. Triásico	.....	17
Formación Santo Domingo	.....	17
2.4. Cenozoico	.....	19

2.4.1.	Paleógeno	.....	19
2.4.1.1.	Paleoceno	.....	19
	Formación Río de La Sal	.....	19
2.4.1.2.	Eoceno - Oligoceno	.....	20
	Formación Tobas Multicolores Valle del Cura	.....	20
2.4.2.	Paleógeno - Neógeno	.....	21
	Formación Doña Ana	.....	21
2.4.3.	Neógeno	.....	22
2.4.3.1.	Mioceno	.....	22
	Formación La Ollita	.....	22
	Formación Cerro de Las Tórtolas	.....	23
	Intrusivos miocenos	.....	24
	Formación Las Flores	.....	24
	Ignimbrita Vacas Heladas	.....	25
2.4.3.2.	Mioceno - Plioceno	.....	26
	Formación Las Trancas	.....	26
2.4.4.	Neógeno - Cuaternario	.....	26
	Formación Los Bañitos	.....	26
2.4.5.	Cuaternario	.....	27
	Formación Los Llanos	.....	27
	Depósitos glaciarios, Depósitos de remoción en masa,		
	Depósitos de piedemonte, Depósitos eólicos,		
	Depósitos fluviales actuales y Depósitos fluviales aterrazados	.....	28
<b>3.</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	.....	<b>28</b>
3.1.	Ciclo Famatiniano	.....	28
3.2.	Ciclo Gondwánico	.....	29
3.3.	Extensión mesozoica	.....	29
3.4.	Ciclo Ándico	.....	30
<b>4.</b>	<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	.....	<b>32</b>
<b>5.</b>	<b>HISTORIA GEOLÓGICA</b>	.....	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>RECURSOS MINERALES</b>	.....	<b>34</b>
6.1.	Depósitos de minerales metalíferos	.....	34
	Antimonio	.....	34
	Cobre (oro)	.....	35
	Hierro	.....	35
	Oro (plata)	.....	35
	Oro (plata, cobre)	.....	36

Plata (plomo, plata, cinc, oro) .....	40
Plata, plomo, cinc .....	43
6.2. Depósitos de minerales industriales .....	44
Azufre .....	44
Caolín (bentonitas) .....	44
Sulfato de aluminio .....	44
Yeso .....	44
<b>7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>45</b>
Arroyo de La Ortiga .....	45
Veladero - Lama .....	45
Baños del Gollete .....	45
Volcán cerro Las Tórtolas .....	45
Reserva de San Guillermo .....	45
Quebrada Larga .....	45
Paraje Chinguillos .....	46
El Salado .....	46
Quebrada La Cortadera .....	46
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>47</b>



## RESUMEN

La Hoja 2969-III, Malimán, está comprendida en el ámbito de la Cordillera Frontal y de la Precordillera Occidental, en el departamento Iglesia, al noroeste de la provincia de San Juan. Una muy pequeña franja a lo largo del límite suroriental corresponde a la provincia de La Rioja. Está limitada por los paralelos 29° 00' 00"S-30° 00' 00"S, el meridiano 69° 00' 00"O y el límite con Chile.

En la Precordillera Occidental, las unidades más antiguas que afloran en la zona corresponden al Paleozoico inferior y están representadas por la Formación Río Blanco (Ordovícico), Grupo Chinguillos (Devónico), Formación Punilla (Devónico-Carbonífero inferior) y Grupo Angualasto (Carbonífero inferior a superior) y Formación Quebrada Larga (Carbonífero superior). En la base de esta última entidad se intercala una unidad volcánicla denominada Formación Acerillos.

El Mesozoico comprende a una unidad continental integrada por conglomerados, areniscas y pelitas rojas de la Formación Santo Domingo, restringida al nordeste de la Hoja.

Durante el Neógeno tuvo lugar un evento volcánico dado por la ignimbritas mioceno-pleiocenas de la Formación Las Trancas y depósitos continentales representados por la Formación Las Flores del Mioceno medio a superior.

En el Pleistoceno se depositaron conglomerados y areniscas que rellenan los valles de altura (Formación Los Llanos). Culmina la columna con depósitos de piedemonte, eólicos y fluviales.

En la Cordillera Frontal, los depósitos más antiguos son las sedimentitas del Grupo Chinguillos. La Granodiorita Tabaquito intruye a las sedimentitas devónicas. Granodioritas, riolitas y granitos pertenecientes al Pérmico e integrantes del batolito de Colangüil intruyen a la Formación Agua Negra del Carbonífero superior. Esta última está cubierta en discordancia por el Grupo Choiyoi (Pérmico-Triásico) de naturaleza andesítica y riolítica.

Los depósitos del Paleógeno corresponden a conglomerados, areniscas e ignimbritas de la Formación Río de La Sal y tobas de la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura.

Las vulcanitas de la Formación Doña Ana son del Oligoceno superior-Mioceno inferior.

En el Neógeno se generaron las sedimentitas de la Formación La Ollita y los aglomerados, andesitas

e ignimbritas de la Formación Cerro de las Tórtolas, cubierta en forma discordante por las Ignimbritas Vacas Heladas. Durante el Mioceno se registró una intrusión de granitoides (Intrusivos miocenos).

En el Plioceno-Pleistoceno se depositaron los conglomerados y areniscas de la Formación Los Bañitos.

El Cuaternario está representado en la Cordillera Frontal por depósitos glaciales, de remoción en masa, de piedemonte, eólicos y fluviales.

La deformación más importante pertenece al Ciclo de compresión Ándico. La estructura de la zona se caracteriza por una faja corrida y plegada de tipo piel gruesa en la Cordillera Frontal y una faja corrida y plegada de piel delgada en el ámbito de la Precordillera. La vergencia general es hacia el este, con retrocorrimientos importantes en los bordes occidentales de los principales cordones montañosos. Los corrimientos tienen rumbo predominante norte-sur.

El ciclo extensional pérmico-triásico está representado por fallas directas que afectan a los depósitos carboníferos de la Formación Agua Negra y están relacionados con la distribución de los afloramientos del Grupo Choiyoi. Algunas fallas tienen rumbo norte-sur y coinciden con el emplazamiento de los plutones del batolito de Colangüil. Fallas normales parcialmente invertidas, constituyen las fallas laterales de los corrimientos ándicos y tienen gran importancia en la distribución de los depósitos metalíferos.

Durante el Ciclo Gondwánico, la Formación Agua Negra fue afectada por pliegues con vergencia hacia el este y hacia el oeste.

Rocas de las unidades del Paleozoico inferior en la Precordillera presentan pliegues apretados con vergencia al oeste y fallas inversas imbricadas con vergencia al oeste que se interpretan como relictos de la deformación chánica del Ciclo Famatiniano.

Se distingue la acción fluvial como modeladora, pero también las actividades volcánica, eólica y glacial.

La mayor parte de la Hoja corresponde a un relieve montañoso con un dominio fluvio-glacial en lo que comprende la Cordillera Frontal y un dominio fluvial en la Precordillera.

Los yacimientos más importantes de la Hoja son del tipo epitermal de alta sulfuración (oro y plata) emplazados en las vulcanitas miocenas. Entre éstos, los proyectos Veladero y Lama se encuentran en una etapa de prefactibilidad.

## ABSTRACT

The Geological Sheet 2969-III, Malimán, is included in the area of the Cordillera Frontal and the Precordillera Occidental, in the Iglesia department, which is northwest of San Juan province. A very small belt along the southeastern border corresponds to La Rioja province. It is limited by the S 29° 00' 00" - S 30° 00' 00" parallels, the W 69° 00' 00" meridian and the border with Chile.

In the Precordillera Occidental, the oldest units in the area are Lower Paleozoic outcrops and they are represented by the Río Blanco Formation (Ordovician), the Chinguillos Group (Devonian), the Punilla Formation (Devonian - Lower Carboniferous) and the Angualasto Group (Lower to Upper Carboniferous), and the Quebrada Larga Formation (Upper Carboniferous). At the base of the last entity, there is an interbedded volcanoclastic unit called Acerillos Formation.

The Mesozoic includes a continental unit formed by conglomerates, sandstones and red pelites of the Santo Domingo Formation, restricted to the northeast of the sheet.

During the Neogene there was a volcanic event caused by Miocene- Pliocene ignimbrites of Las Trancas Formation and continental deposits represented by Las Flores Formation of the Middle to Upper Miocene.

The conglomerates and sandstones filling the high valleys (Los Llanos Formation) were deposited during the Pleistocene. At the end of the column there are piedmont, eolian and fluvial deposits.

The oldest deposits in the Cordillera Frontal are the sedimentary rocks of the Chinguillos Group. The Devonian sedimentites are intruded by the Tabaquito Granodiorite. The Agua Negra Formation of the Upper Carboniferous is intruded by granodiorites, rhyolites and granites, which belong to the Permian and are part of the Colangüil batholith. The latter is unconformably covered by the Choiyoi Group (Permian - Triassic) of andesitic and rhyolitic nature.

The Paleogene deposits are conglomerates, sandstones and ignimbrites of the Río de la Sal Formation and the tuffs of the Tobas Multicolores (Multicolor Tuffs) Valle del Cura Formation.

The vulcanites of Doña Ana Formation correspond to the Upper Oligocene - Lower Miocene.

The sedimentary rocks of La Ollita Formation and the agglomerates, andesites and ignimbrites of

Cerro de las Tórtolas Formation (unconformably covered by the Vacas Heladas Ignimbrites) appeared during the Neogene. During the Miocene there was an intrusion of granitoids (Miocene intrusives).

The conglomerates and sandstones of Los Bañitos Formation were deposited during the Plio - Pleistocene.

The Quaternary is represented in the Cordillera Frontal by glacier, mass-wasting, piedmont, eolian and fluvial deposits.

The most important deformation belongs to the Andean compressive cycle. The structure of the area is characterized by a thrust and folded thick skin belt in the Cordillera Frontal and a thrust and folded thin skin belt in the Precordillera environment. The general eastwards vergence has important backthrusts in the western borders of the main mountain ranges. These thrusts have a predominant north-south direction.

The Permian-Triassic extensional cycle is represented by direct faults affecting the Carboniferous deposits of the Agua Negra Formation, and is related to the distribution of the outcrops of the Choiyoi Group. Some faults have a north-south direction and they coincide with the emplacement of the plutons of the Colangüil batholith. The partially inverted normal faults constitute the lateral faults of the Andean thrusts and are very important in the distribution of metallic deposits.

During the Gondwanian Cycle, the Agua Negra Formation was affected by folds with eastwards and westwards vergence.

The Lower Paleozoic rocks of the Precordillera present tight folds with westwards vergence and imbricated inverse faults with westwards vergences, which are interpreted as relicts of the chanical deformation.

The fluvial action appears as the main modelling action, followed by volcanic, eolian and glacier activities.

Most of the Sheet corresponds to a mountain surface which is dominated by a fluvio-glacial phenomenon in the Cordillera Frontal and a fluvial phenomenon in the Precordillera.

The most important deposits in the sheet are high-sulfidation epithermal deposits (gold and silver) which were emplaced in the Miocene vulcanites. Among these, the Veladero and Lama projects are in a pre-feasibility stage.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Hoja 2969 III, Malimán, está ubicada en el sector noroccidental de la provincia de San Juan, en tanto que una franja muy pequeña, en el límite suroriental, corresponde a la provincia de La Rioja. Los límites son los paralelos de 29° y 30° de latitud sur, el meridiano de 69° de longitud oeste y el límite con Chile (figura 1). Toma el nombre de la población más importante localizada en la Hoja, Malimán, situada en el departamento Iglesia. El área abarcada por la Hoja comprende gran parte del Valle del Cura, extendido longitudinalmente entre las cordilleras de Colangüil y del Límite y de notable importancia económica dada la magnitud de sus manifestaciones auríferas epitermales en las unidades volcánicas terciarias.

La región del Valle del Cura cuenta con numerosos relevamientos regionales previos, entre los que se destacan el mapa de Minera TEA (1968) y los trabajos realizados en el marco de la ejecución de las Hojas a escala 1: 200.000, efectuadas por Nullo (1988), Nullo y Marín (1990), Ramos (1987) y Ramos *et al.* (1987). Más recientemente se han

hecho dos Hojas geológicas a escala 1: 100.000, Portezuelo de Conconta y Cordillera del Zancarrón (Malizia *et al.*, 1997 a y b).

El batolito de Colangüil, emplazado en la cordillera homónima, ha sido estudiado por Quartino y Zardini (1967) y Llambías y Sato (1995).

En la Hoja también están comprendidos el borde oeste de la Precordillera Occidental (representado por las sierras del Volcán y de La Punilla), el valle del río Blanco y los llanos del Médano, de San Guillermo y de los Leones. Estos sectores fueron mapeados a escala 1: 200.000 por Furque (1963, 1972) durante la ejecución de las Hojas Guandacol y Cerro La Bolsa.

## 2. ESTRATIGRAFÍA

### *Relaciones generales*

La estratigrafía de la región comprende diversas entidades geológicas, desde el Paleozoico inferior al Cuaternario, que afloran en los sectores de las provincias geológicas Cordillera Frontal y Precordillera Occidental abarcadas en la Hoja.

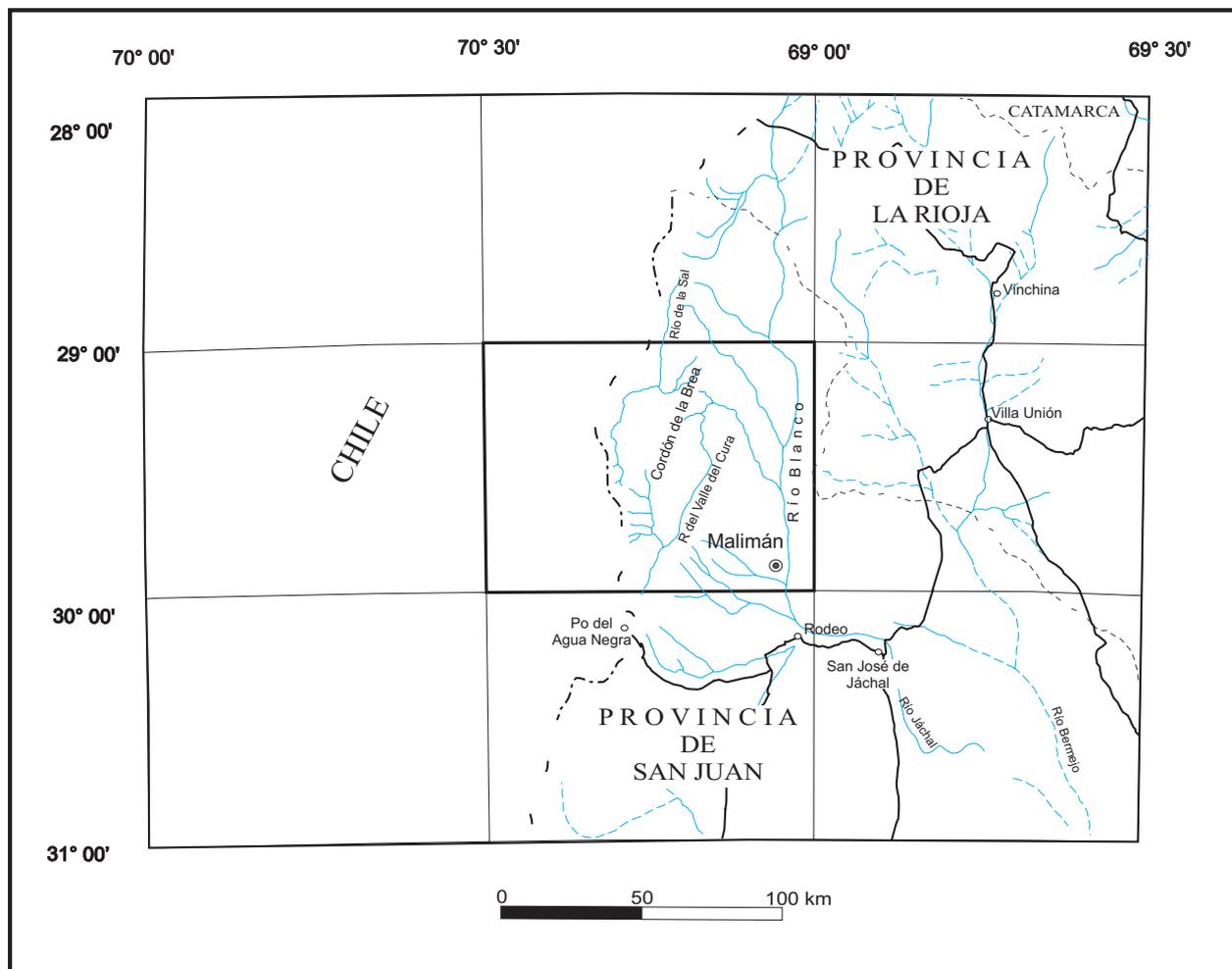


Figura 1. Mapa de ubicación.

En la Precordillera se hallan varias unidades paleozoicas: la Formación Río Blanco (Ordovícico), el Grupo Chinguillos (Devónico), la Formación Punilla (Devónico - Carbonífero inferior), el Grupo Angualasto (Carbonífero inferior a superior) y las formaciones Quebrada Larga y Acerillos (Carbonífero superior).

Las unidades mesozoicas, en esa provincia geológica, se restringen a la Formación Santo Domingo, de edad triásica a jurásica inferior, en tanto que en el Cenozoico se han depositado una secuencia piroclástica agrupada en la Formación Las Trancas y una secuencia fluvial denominada Formación Las Flores, ambas del Mioceno - Plioceno.

Se asignan al Pleistoceno los depósitos de la Formación Los Llanos, mientras que en el Cuaternario hay depósitos de remoción en masa, de piedemonte, eólicos y fluviales.

En la Cordillera Frontal la unidad más antigua es el Grupo Chinguillos. El cordón de Colanguil está constituido por rocas sedimentarias de la Formación Agua Negra, correspondientes al Carbonífero superior - Pérmico inferior, que están intruidas por granitoides suprapaleozoicos a triásicos (Granodioritas Tabaquito y Las Piedritas, Granitos Los Puentes, Las Opeñas y Los Lavaderos, Riolita Tres Quebradas, Superunidad Ingaguás) y cubiertas en discordancia por vulcanitas pérmico-triásicas asignadas al Grupo Choyoi. Todas estas unidades conforman el basamento de las formaciones cenozoicas que afloran en el Valle del Cura.

Los depósitos terciarios en la región cordillerana están integrados por sedimentitas de la Formación Río de La Sal y unidades compuestas por rocas sedimentarias y/o volcánicas y/o volcánicas (formaciones Tobas Multicolores Valle del Cura, La Ollita, Doña Ana y Cerro de Las Tórtolas). La relación entre las unidades volcánicas y las unidades volcánicas es desconocida. Las Ignimbritas Vacas Heladas sobreyacen a la Formación Cerro de Las Tórtolas. Depósitos correspondientes al Plioceno y Pleistoceno de la Formación Los Baños sobreyacen en forma discordante a las unidades mencionadas anteriormente en el Valle del Cura.

Una potente serie de depósitos cuaternarios, fluviales, de naturaleza conglomerádica, la Formación Los Llanos, se distribuyen en forma reléctica en los valles de altura (Llanos del Médano y de San Guillermo), al igual que sucede en la Precordillera. También se hallan diferentes tipos de depósitos fluviales, eólicos, lacustres o de barreales, glaciarios y de remoción en masa.

## 2.1. PALEOZOICO

### 2.1.1. ORDOVÍCICO

#### **Formación Río Blanco (1)**

*Pelitas, pizarras, calizas, areniscas, conglomerados, olistolitos*

Furque (1956) denominó Formación Río Blanco a las pelitas marinas aflorantes en ambas márgenes del río que les da nombre, en la vertiente occidental de las sierras de La Punilla y del Volcán, y las asignó al Ordovícico por sus similitudes con la Formación Yerba Loca (Furque, 1963). Sin embargo, Furque y Baldis (1973) y posteriormente, Baldis y Sarudiansky (1975), sostuvieron que dichas rocas son de edad devónica sobre la base de fósiles obtenidos en las quebradas de Chiguas, Ramaditas y Pircas Negras, en la margen izquierda del río Blanco. Dichos autores reemplazaron el término Formación San Juan por el de Formación Pircas Negras y reunieron a esta unidad, junto con la Formación Chigua, en el Grupo Chinguillos.

Existen numerosas dificultades para separar las unidades del Paleozoico inferior y base del Paleozoico superior en este sector de la Precordillera. Las dificultades se producen por la intensa deformación de las capas y la profusa presencia de diques intruidos en ellas; por que no se conocen las relaciones de piso y techo de la Formación Pircas Negras y la relación de base de la Formación Chiguas; por que solo se han obtenido fósiles en un lugar (quebrada de La Ramadita) que permiten atribuirles edad devónica a la unidad inferior. Por otra parte, existen similitudes de los afloramientos de la margen derecha del río Blanco con depósitos ordovícicos. En particular se destaca la presencia de lutitas con sulfato de aluminio que constituyen manifestaciones de posible interés económico en la quebrada de Alcaparrosa y en la Alumbreira de San Guillermo. Además, algunos afloramientos muestran metamorfismo de bajo grado, característica que se repite en todas las unidades del Paleozoico inferior y base del superior de la comarca.

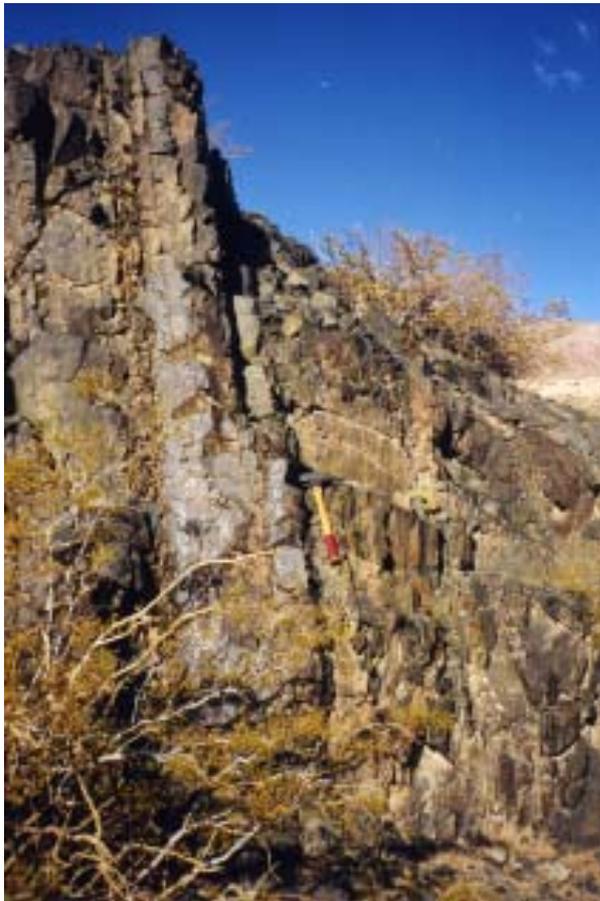
De acuerdo con estas consideraciones, los autores de esta Hoja han decidido mantener en forma tentativa la denominación de Formación Río Blanco para las rocas más antiguas de la Precordillera Occidental, pero su alcance está restringido a los depósitos que afloran al oeste del río homónimo y en ambas márgenes del tramo inferior de los ríos de La Palca y San Guillermo. A las pelitas situadas al este del río

Blanco se las ha integrado al Grupo Chinguillos dada la presencia de fósiles devónicos.

La unidad está integrada por pelitas deformadas, con escasos conglomerados compactos medianos, areniscas, intercalaciones de finas capas calcáreas y olistolitos (figura 2).

La intensa deformación no permite describir la secuencia estratigráfica de esta unidad. No se conocen las relaciones de piso y techo. En general, la secuencia inclina al oeste, aunque hay sectores plegados e invertidos. Las rocas han sufrido un metamorfismo de bajo grado con desarrollo de superficies de esquistosidad y pliegues mesoscópicos con vergencia hacia el oeste.

Al sur de Chinguillos, en el sector denominado Huerta del Alto, se observan niveles de conglomerados matriz sostén, con clastos de cuarzo alineados, redondeados y alargados de 2 a 3 cm de largo. También existen bloques de gran tamaño, superior a los 2 m, de composición granítica, que se interpretan como olistolitos. Otro tramo de la serie comprende intercalaciones de areniscas y lutitas verdes y lentes conglomerádicas de unos 10 m de largo. Las lutitas



**Figura 2.** Areniscas con intercalaciones de lutitas de la Formación Río Blanco en el río San Guillermo, vista al sur.

verdes presentan esquistosidad y crenulación. En la zona de la quebrada de Alcaparrosa y en el río San Guillermo aflora una faja de lutitas negras alteradas con sulfato de aluminio, que cubren a pelitas de color borravino.

Las sedimentitas de esta unidad corresponden a un ambiente marino. Están intruidas por andesitas y basaltos y por diques riolíticos, de color castaño claro y alteración arcillosa.

Furque (1963) correlacionó a la Formación Río Blanco con la Formación Yerba Loca y sobre la base de esa semejanza litológica determinó su edad ordovícica.

## 2.1.2. DEVÓNICO

### GRUPO CHINGUILLOS (2)

*Pelitas, areniscas y conglomerados*

El Grupo Chinguillos fue definido por Furque y Baldís (1973) (figura 3). Está integrado por las formaciones Pircas Negras y Chigua. En el mapeo de la Hoja se ha separado tentativamente esta unidad de la Formación Río Blanco a efectos de enfatizar la posible presencia de rocas ordovícicas en la región. No obstante, la separación de ambas unidades no está clara, principalmente por la similitud litológica y la deformación de las rocas.

En el cerro de La Gloria, en la Cordillera Frontal, afloran rocas psamíticas verdosas (grauvacas) con alternancia de lutitas negras, metamorfozadas en forma incipiente, que constituyen la roca de caja de la Granodiorita Tabaquitos. Estos afloramientos son integrados al Grupo Chinguillos, dada la edad carbonífera inferior del cuerpo intrusivo. Idéntico criterio se ha seguido con las rocas sedimentarias que constituyen la roca de caja del plutón en el borde oriental del mismo.

### Formación Pircas Negras

*Conglomerados, pelitas, areniscas*

Distribuida en el flanco sudoccidental de las sierras de La Punilla y del Volcán, la Formación Pircas Negras fue establecida por Baldís y Sarudiansky (1975), quienes reconocieron tres miembros de origen marino: 1) Inferior, formado por conglomerados polimícticos e intercalaciones de lutitas subordinadas; 2) Medio, integrado por ritmitas, areniscas y pelitas con marcas subestratales en las areniscas y 3) Superior, constituido por lutitas y areniscas subordinadas. El estrato tipo se localiza en la quebrada

Pircas Negras, afluente del río Blanco en la margen occidental de la sierra de La Punilla. El espesor es de 800 a 1000 metros.

La base de la unidad está en contacto por falla con la Formación Chigua y el techo no se observa. Posee intrusiones de diques basálticos. Contiene los fósiles *Phacops chavelai* y *Haplostigma furquei* que le proporcionarían una edad devónica media a superior.

### Formación Chigua

*Pelitas y areniscas*

Furque y Baldis (1973) definieron esta unidad, integrada por dos miembros denominados Chavela y Ramadita, que habían sido establecidos por Furque (1956) con la categoría de formación. Si bien en este último trabajo se interpretó que estas dos unidades estaban en contacto por falla, Sarudiansky (1971) determinó que el contacto era concordante y que ambas constituyen una sucesión sedimentaria continua con fósiles comunes. La formación aflora en la margen oriental del río Blanco, entre las quebradas

Ramadita y El Chaco. Los perfiles tipo han sido descritos en las quebradas de La Cortadera y Don Justo.

El miembro Chavela está representado por lutitas, escasas areniscas e intercalaciones de lentes calcáreas con abundante fauna marina: trilobites, amonoideos, pelecípodos, orthocerátidos y conuláridos, a los que se asocian restos de *Haplostigma furquei*. El espesor es de 220 metros.

El miembro Ramadita, concordante sobre el anterior y con un espesor máximo de 480 metros, está compuesto por lutitas con intercalaciones de lentes calcáreas y lentes de areniscas. En la quebrada de La Cortadera aflora un conglomerado polimítico lentiforme con clastos de hasta 30 cm de diámetro de areniscas y cuarzo. Contiene restos de trilobites y gastrópodos asociados a *Haplostigma furquei*.

La formación está intruida por diques y filones de lamprófiro andesíticos y dacíticos de la Formación Las Trancas. El contacto de la base es por falla con la Formación Pircas Negras, mientras que el techo está cubierto mediante discordancia angular



**Figura 3.** Pliegue sinclinal de grauvacas y pelitas del Grupo Chinguillos.

por depósitos carboníferos de la Formación Malimán. El ambiente es de abanico distal o bien de la parte externa de un abanico medio.

Sobre la base de su contenido fosilífero se considera una edad devónica media a superior (Baldis y Sarudiansky, 1975). Se correlaciona con la Formación Punta Negra de la Precordillera riojana.

### 2.1.3. DEVÓNICO- CARBONÍFERO

#### **Formación Punilla (3)**

*Ritmitas, areniscas, pelitas y conglomerados*

La Formación Punilla fue definida por Furque (1956) y asignada al Devónico sobre la base de plantas fósiles estudiadas por Frenguelli (1954). Los afloramientos de esta unidad abarcan gran parte de las sierras de La Punilla y del Volcán, mapeados y descritos por Furque (1963, 1972).

En la Hoja, esta unidad se expone a todo lo largo del límite oriental, en lo que conforma la vertiente occidental de las sierras antedichas.

Por estudios regionales efectuados en la región occidental de la Precordillera entre los paralelos de 29° 30' y 30°, y del análisis de perfiles de detalle realizados en las quebradas de Las Trancas y Cortadera de la Aguadita y en la vega del Potrerito, Baldis y Sarudiansky (1975) dividieron a la formación en cuatro miembros, desde abajo hacia arriba: a) Miembro de ritmitas verde grisáceas, constituido por lutitas, limolitas, areniscas gradadas con marcas de flujos subestratales e intercalaciones de pelitas con variaciones de facies hacia conglomerados polimícticos y fangolitas guijarrosas; b) Miembro de conglomerados gris verdosos, integrado por conglomerados dominantes, clasto sostén, con aporte autoclastico e intercalaciones de areniscas y limolitas; c) Miembro de ritmitas grises, con capas de areniscas gradadas con marcas subestratales de flujo que terminan en pelitas con gradación normal, y d) Miembro de limolitas azules, formado por limolitas y lutitas de colores azulados, y fangolitas guijarrosas con clastos de rocas exóticas (ígneas, calcáreas, metamórficas). El máximo espesor medido fue de 1884 metros.

Otra interpretación de la estratigrafía de la formación fue efectuada por Caminos *et al.* (1993) en el norte de la sierra de La Punilla, desde el extremo septentrional hasta la latitud de la quebrada Acerillos. Estos autores dividieron a la Formación Punilla en dos miembros de rasgos líticos diferentes. El miembro inferior es una secuencia psamítica de 3500 m de espesor, compuesta esencialmente por bancos de

grauvacas con intercalaciones de conglomerados y con participación minoritaria de rocas pelíticas. Parte de esta secuencia había sido descrita por Cingolani *et al.* (1990) entre las quebradas de La Jarilla y de Vara, en el flanco oriental de la sierra de La Punilla. En transición gradual, sucede al anterior el miembro superior, integrado por conglomerados, areniscas, limolitas y pelitas interestratificados en sucesiones rítmicas. Caminos *et al.* (1993) determinaron en este miembro ciclos de sedimentación regresivos y transgresivos, que comienzan con areniscas y pelitas de ambiente de *offshore* y rematan con intercalaciones de areniscas con laminación paralela y entrecruzada y pelitas con laminación paralela y ondulítica interpretados como depósitos fluviales. El espesor de este miembro es de alrededor de 4000 metros.

El ambiente, según Baldis y Sarudiansky (1975), pertenece a conos submarinos en un área costanera con fuerte relieve del continente. La presencia de imbricación de algunos clastos de conglomerado podría indicar una depositación de tipo fluvial alternando con el régimen subáqueo.

Por otra parte, Caminos *et al.* (1993) interpretaron al miembro inferior como correspondiente a un ambiente marino, próximo a la costa, mientras que los niveles conglomerádicos habrían sido depositados por corrientes de turbidez, en tanto que el miembro superior se habría originado por la alternancia de depósitos marinos litorales con otros continentales fluviales.

La base de la formación está en contacto por falla, en tanto que los depósitos neocarboníferos de la Formación Quebrada Larga la cubren en discordancia angular (Caminos *et al.*, 1993).

Tradicionalmente adjudicada al Devónico (Furque, 1956, 1963, 1972), sobre la base de su contenido florístico (Frenguelli, 1952), nuevos estudios revelaron que la formación se extiende hasta el Carbonífero inferior. En efecto, Caminos *et al.* (1993) determinaron que al miembro inferior de la unidad se le atribuye una edad devónica media a superior, de acuerdo con los hallazgos de megaflores realizados en la quebrada de La Jarilla, en tanto que el miembro superior, el abundante contenido fosilífero permite asignarlo al Carbonífero inferior.

Baldis y Sarudiansky (1975) correlacionaron a esta unidad con la Formación Punta Negra de Talacasto y el río San Juan. Caminos *et al.* (1993) homologaron el miembro inferior con la Formación Chigua, mientras que el miembro superior se correlaciona con el Grupo Angualasto.

### **Metamorfitas pre-carboníferas**

Se han identificado vulcanitas metamorfizadas y plegadas (esquistos con *boudinage* y pliegues mesoscópicos) en las cabeceras de la quebrada La Ortiga. Estas rocas subyacen a las vulcanitas del Grupo Choiyoi y al estar deformadas se estima que poseen una edad pre-carbonífera. Serían correlacionables con el Complejo metamórfico El Tránsito o el Complejo metamórfico El Cepo que están expuestos en el territorio chileno. No obstante, dada la pequeña dimensión de su afloramiento no se lo ha diferenciado como una unidad en el mapa.

#### **2.1.4. CARBONÍFERO-PÉRMICO**

Los terrenos carboníferos se distribuyen en la Hoja Malimán agrupados en varias unidades: el Grupo Angualasto y las formaciones Quebrada Larga y Acerillos en la Precordillera Occidental, y la Granodiorita Tabaquito, aflorante en la Cordillera Frontal y en la Precordillera. La Formación Agua Negra, expuesta en la Cordillera Frontal, es mayoritariamente del Carbonífero, aunque los términos superiores pasan al Pérmico inferior.

##### **GRUPO ANGUALASTO (4)**

Los afloramientos carboníferos de la sierra de La Punilla fueron denominados por Furque (1956, 1963) como Formación Volcán. Posteriormente, Scalabrini Ortiz (1970, 1972, 1973) reinterpretó los depósitos neopaleozoicos del norte de la Precordillera y consideró que dicha Formación Volcán en realidad correspondía a dos unidades estratigráficas, las formaciones Malimán (inferior) y Cortaderas (superior). Limarino y Césari (1992) propusieron el nombre de Grupo Angualasto para el conjunto de ambas unidades, con el agregado de la Formación El Ratón de la zona de Calingasta.

Las exposiciones del Grupo Angualasto se localizan en el flanco occidental de la elevación integrada por las sierras de La Punilla y del Volcán. Se extienden desde la quebrada El Carrizal (inmediatamente al sur de la Hoja) hasta la quebrada La Ramadita al norte.

El estrato tipo fue descrito en la quebrada de La Cortadera. Se correlaciona con la Formación Jagüel de La Rioja.

Las sedimentitas del Grupo Angualasto se han desarrollado en un ambiente mixto, caracterizado por eventos transgresivos y regresivos.

Litológicamente esta unidad, cuyo espesor es de 2350 metros, está constituida por areniscas y pelitas de color verde oscuro y gris, con una potente secuencia conglomerádica en la parte inferior y media. La relación estratigráfica en la base es discordante con la Formación Chigua del Devónico, mientras que el techo está en contacto por falla con la Formación Punilla.

### **Formación Malimán**

*Areniscas, pelitas y conglomerados*

La denominación fue dada por Scalabrini Ortiz (1970, 1972). Está compuesta por areniscas (grauvacas líticas y feldespáticas), pelitas y paraconglomerados de color verde oscuro.

La base de la columna comienza con un conglomerado matriz sostén. Por encima le siguen areniscas (grauvacas líticas a subfeldespáticas) gris verdosas, medianas a finas, que se intercalan con pelitas verdes, macizas, estratificadas en bancos potentes, con laminación ondulítica. Las areniscas generalmente poseen calcos de carga.

El perfil continúa con una importante secuencia de areniscas y limolitas verde oscuro que se intercalan con escasos pero potentes niveles de diamictitas. Estas últimas se han identificado como dos niveles de paraconglomerados matriz sostén y pelitas guijarrosas de color gris oscuro. Los clastos alcanzan diámetros de hasta 20 cm, se encuentran medianamente redondeados y dispersos en una matriz pelítica.

La unidad culmina con areniscas medianas a gruesas estratificadas en bancos potentes. Se trata de subarcosas, grauvacas líticas y escasas arcosas de color gris a rosado. Es conspicua la estratificación entrecruzada.

Acompañan al conjunto, pelitas laminadas de color gris verdoso y niveles de ortoconglomerados matriz y clasto sostén, macizos, con clastos de hasta 15 cm de diámetro.

La base de esta unidad fue interpretada como desarrollada en facies marginales de depósitos marinos litorales, con sedimentación continental subordinada. En la parte intermedia existen facies de cañones submarinos y en la parte superior se diferencian facies de *fan delta*.

Los primeros hallazgos fosilíferos en la Formación Malimán fueron descritos por Frenguelli (1954). Posteriormente, sucesivos hallazgos fueron comunicados por Menéndez (1965), Azcuy *et al.* (1987), Césari (1988), Sessarego y Césari (1989) y Arrondo

*et al.* (1991). De acuerdo con la asociación fosilífera estudiada, la edad de esta formación es carbonífera temprana, posiblemente Viséano.

### **Formación Cortaderas**

*Conglomerados, areniscas y limolitas*

Los depósitos de esta unidad, reconocida por Scalabrini Ortiz (1970, 1972), forman parte de la ex Formación Volcán de Furque (1956, 1963). En un perfil realizado en la quebrada La Cortadera, donde se halla el perfil tipo, se destaca que su base comienza con un ortoconglomerado polimíctico clasto sostenido con clastos de cuarzo, vulcanitas y areniscas, bien redondeados y de diámetros de 30 cm a 15 centímetros. En este tramo se encuentran intercaladas areniscas medianas y finas de color gris verdoso laminadas o en ocasiones con lentes pelíticos (paleosuelos) con restos de plantas. También se ha observado un banco de 40 cm de potencia de pelitas negras carbonosas. Suprayacen areniscas medianas y gruesas acompañadas por conglomerados, areniscas finas y limolitas. Éstas tienden a formar ciclotemas granodecrecientes. El espesor de la formación es de 1160 metros.

El ambiente de la secuencia se interpreta que corresponde a depósitos fluviales, facies de planicie y cuenca de inundación, con una transgresión hacia el techo que se diferencia como depósitos glaciáricos (Limarino y Page, 1988).

La edad de la unidad fue determinada mediante un amplio contenido fosilífero. Carrizo (1990) encontró ejemplares de *Nothorhacopteris argentinica* y *Botrychiopsis* sp. en los niveles con limolitas y Limarino *et al.* (1988) mencionaron la presencia de *Rhodopteridium* sp. en los niveles basales de la serie descripta. Limarino y Césari (1992) le asignaron a esta formación una edad carbonífera inferior hasta posiblemente carbonífera superior temprana.

Según Fauqué y Limarino (1991), los niveles de diamictitas de la parte superior de la Formación Cortaderas serían correlacionables con los depósitos semejantes de la Formación Jagüel, del norte de la Precordillera.

### **Granodiorita Tabaquito (5)**

*Granodiorita*

La Granodiorita Tabaquito fue definida por Sato *et al.* (1990) como unidad independiente dentro del batolito de Colangüil, ya que con anterioridad formaba parte de la Granodiorita Las Piedritas (Llambías

y Sato, 1990). Constituye un solo plutón, denominado plutón Tabaquito, localizado en el sector nordeste de la Hoja, al norte de los llanos de San Guillermo. Es el plutón de mayor tamaño y mayor extensión este - oeste del batolito antedicho. Comprende la sierra de Las Cuevas, los cerros Batidero y Peñas Blancas y los cerros del Cachiyuyal (figura 4).

Las rocas que integran esta unidad son granodioritas de color gris claro y grano medio, con desarrollo de megacristales de feldespato potásico, con predominio de biotitas y anfíboles (Sato *et al.*, 1990). Están intruidas por un enjambre de diques de composición intermedia de orientación radial y por una serie de diques longitudinales máficos posteriores a los radiales.

El plutón penetra a areniscas oscuras de grano fino que alternan con pelitas grises verdosas de edad indeterminada en el sector norte, mientras que en el borde sudoriental intruye a una secuencia de areniscas finas y pizarras con metamorfismo incipiente, de color gris a gris verdoso, de brillo sedoso, correspondientes al Grupo Chinguillos.

Está intruido por el Granito Los Puentes, de edad pérmica superior.

La Granodiorita Tabaquito es la unidad más antigua del batolito de Colangüil. Fue datada por Shaw *et al.* (1990) utilizando el método de roca total y Rb-Sr en biotita, en 326-329 Ma (Carbonífero inferior alto).

### **Formación Quebrada Larga (6)**

*Areniscas, lutitas, diamictitas y arcilitas carbonosas*

Durante la realización de la Hoja 16b, Cerro La Bolsa, Furque (1972) agrupó a los depósitos carboníferos en dos formaciones, Volcán y Panacán, Carbonífero inferior y superior, respectivamente. Los afloramientos carboníferos que se localizan en el flanco occidental de la sierra de La Punilla, en la región de Carrizalito, fueron redefinidos y reunidos en la Formación Quebrada Larga por Scalabrini Ortiz (1972), con perfil tipo en la quebrada homónima.

Hay, además, asomos del Carbonífero superior en la margen derecha del río Blanco, en la localidad de Chinguillos, como consecuencia de un graben relacionado con la falla Chinguillos (figura 5).

La secuencia comienza con areniscas compactas, cuarcíticas, de color pardo oscuro, que culminan con una capa de 2 a 3 cm de espesor integrada por fósiles marinos. Luego siguen lutitas negras, que se fragmentan en delgados prismas piramidales en forma de agujas, encontrándose, además, numerosas



**Figura 4.** La Granodiorita Tabaquito en los cerros Batidero y Peñas Blancas (al fondo de la imagen). En un plano medio se observa la sierra de Las Cuevas integrada por el Granito Los Puentes.



**Figura 5.** Areniscas y pelitas de la Formación Quebrada Larga en la localidad de Chinguillos, vista al oeste.

concreciones con estructura de cono en cono. Continúan bancos de areniscas amarillentas de 50 cm de espesor, finas y compactas y lutitas lajosas en parte arenosas, de color gris oscuro. Luego se observan areniscas blanquecinas a amarillentas que alternan con bancos de arcilitas carbonosas y lutitas negras.

Scalabrini Ortiz y Arrondo (1973) dividieron la unidad en tres miembros: inferior o de areniscas blanquecinas; medio de areniscas y lutitas marinas y superior de areniscas y lutitas gris verdosas.

Los afloramientos en la localidad de Chinguillos están constituidos por una serie pelítica en la parte inferior, con diamictitas, lutitas y areniscas finas con ondulitas. Luego se intercalan capas de carbón y arcilitas carbonosas. En la parte superior se ven areniscas de color castaño, en bancos de espesores métricos.

El espesor de la formación en el perfil de quebrada Larga es de 1262 m (Scalabrini Ortiz; 1973).

Los fósiles más comunes son *Heterelasma* sp., *Productella* sp., *Rhynchopora* sp., *Nautilus* sp., *Orthoceras* sp., además de troncos silicificados.

Esta unidad se apoya en discordancia angular sobre rocas pre-carboníferas, constituidas por grauvacas grises con tonalidades verdosas (Grupo Chinguillos) en los afloramientos de la quebrada Larga. Caminos *et al.* (1990) mencionaron que la Formación Quebrada Larga se apoya en discordancia angular sobre sedimentitas del Carbonífero inferior en el nacimiento de la quebrada Descubrimiento Viejo (al este de la Hoja Malimán) y al norte de la quebrada Acerillos.

Al norte de la Hoja, en la Precordillera riojana, Limarino *et al.* (1996) consideraron a la Formación Río del Peñón como un equivalente lateral de la Formación Quebrada Larga e interpretaron que la mitad inferior de la secuencia fue depositada en un ambiente continental, con facies lacustres, fluviales entrelazadas y meandriformes. La parte media corresponde a facies marinas, mientras que la parte superior representa condiciones marinas más someras. Dicha Formación Río del Peñón se apoya en discordancia angular sobre la Formación Jagüel del Carbonífero inferior (Fauqué y Limarino, 1991).

La Formación Quebrada Larga también se correlaciona con la Formación Ranchillos (en La Rioja) y con la Formación Agua Negra de Cordillera Frontal, de edad carbonífera media a superior (Namuriano?).

Se asigna a la unidad en cuestión al Carbonífero superior por contener tanto invertebrados marinos de esa edad (Antelo, 1972) como también una flora de *Rhacopteris Ovata* (Scalabrini Ortiz y Arrondo, 1973).

## Formación Acerillos (7)

*Andesitas y basaltos*

Furque (1972) denominó Formación Volcánica Acerillos a un conjunto de filones, diques y brechas andesíticos que se interponen entre dos conjuntos sedimentarios, las formaciones Punilla y Panacán, del Devónico y Carbonífero superior, respectivamente, en el flanco occidental de la sierra de La Punilla, con buenas exposiciones en las quebradas Carrizalito, Acerillos y Larga. Interpretó que esta unidad está intruida en las sedimentitas carboníferas y por lo tanto le asignó edad triásica.

En su reinterpretación del Devónico y Carbonífero del norte de la Precordillera, Caminos *et al.* (1993) determinaron que la Formación Acerillos no solo está compuesta por rocas hipabisales sino también, y principalmente, por andesitas efusivas con intercalaciones de conglomerados, con clastos de andesitas, y areniscas.

Las relaciones estratigráficas que hallaron Caminos *et al.* (1993) también difieren de las postuladas por Furque (1972), ya que establecieron que la Formación Acerillos yace en discordancia sobre la Formación Punilla y está cubierta en forma concordante por la Formación Quebrada Larga. Los mismos autores afirmaron que, si bien ha habido deformación tectónica, ésta no alcanzó a enmascarar las relaciones estratigráficas originales.

El episodio efusivo representado por la Formación Acerillos constituye parte de un ciclo volcánico de extensión más amplia, que abarcó sectores del norte de la Precordillera. En particular, Caminos *et al.* (1993) correlacionaron a esta unidad con la Formación Punta del Agua (Aceñolaza *et al.*, 1971), sucesión volcánico-sedimentaria que subyace concordantemente a sedimentitas del Carbonífero superior de la Formación Río del Peñón, equivalente de la Formación Quebrada Larga, al oeste de Jagüé, en la provincia de La Rioja. Según Fauqué y Limarino (1991), es éste un episodio efusivo producido en el Carbonífero superior temprano.

Gruesos mantos de andesitas y basaltos se destacan en la parte baja de la secuencia del Carbonífero superior (Formación Quebrada Larga). Se intercalan entre conglomerados basales y el resto de la secuencia sedimentaria. Corresponden a un episodio volcánico que interrumpió en forma parcial la sedimentación del Carbonífero superior.

### Formación Agua Negra (8)

*Areniscas, pelitas, conglomerados y calizas*

La denominación de esta unidad procede de Polanski (1970), quien propuso reemplazar nomenclaturas ambiguas, como Antracólítico, Carbónico y Paleozoico superior, por el de Formación Cerro Agua Negra, para los depósitos del Carbonífero superior a Pérmico que afloran en el oeste de San Juan, desde la cordillera de Olivares en el sur hasta la cordillera de La Brea, en el norte. La localidad tipo está ubicada en el cerro homónimo.

En la Hoja Malimán, la formación está expuesta en el cordón de Colangüil y en la cordillera de San Guillermo. También hay afloramientos a lo largo del flanco oriental de la Cordillera Frontal.

La litología comprende lutitas con fracciones microcristalinas orientadas y areniscas integradas por wackes arcósicas, subarcósicas a cuarzosas, con presencia de biotita parda y clastos de sedimentitas y metamorfitas. En general, las rocas están deformadas y tienen un metamorfismo incipiente, destacándose la pre-

sencia de hornfels próximos a los contactos con los cuerpos intrusivos graníticos del batolito de Colangüil (figura 6).

Esta unidad ha sido señalada por diversos autores en afloramientos correspondientes a la Hoja Rodeo, ubicada al sur de la Hoja Malimán. En dichas exposiciones está compuesta por lutitas oscuras de grano fino a medio, con base no aflorante y techo cubierto en discordancia por el Grupo Choiyoi.

Minera Tea (1969) describió dos pequeños asomos de pizarras en la margen derecha del arroyo Los Bañitos.

La potencia de esta secuencia sedimentaria es del orden de 2000 m según Polansky (1970); 2500 m de acuerdo con González (1976) y 3400 m conforme a Limeres (1985).

El ambiente en el que se depositó la formación fue marino litoral de aguas someras con influencia de oleaje que evolucionó a un medio continental. Al respecto, Spikerman (1967) atribuyó un origen lagunar a deltaico a las sedimentitas aflorantes en la quebrada Los Puentes, basado en el hallazgo de pelecípodos y ciertas estructuras primarias.



**Figura 6.** Aspecto de las rocas con leve metamorfismo de la Formación Agua Negra, caja de los Intrusivos miocenos.

En la Hoja, la Formación Agua Negra es la roca de caja de varias de las unidades en que se subdivide al batolito de Colangüil (Granodiorita Las Piedritas, granitos Los Puentes y Las Opeñas y pórfidos de la Riolita Tres Quebradas). Además, está intruida por diques de composición riolítica y andesítica que corresponden en general al Grupo Choiyoi. En el contacto oriental del batolito de Colangüil, en el cordón homónimo, al norte del cerro El Salado, los diques riolíticos son muy numerosos, de tal manera que constituyen una roca de mezcla con un bandeamiento N-S muy definido. Los componentes volcánicos y volcanoclásticos del Grupo Choiyoi cubren en discordancia a las sedimentitas de la Formación Agua Negra.

Al oeste del río Las Taguas, al sur del arroyo Las Yaretas y en las nacientes del arroyo Guanaco Zonzo, Marín y Nullo (1988) describieron afloramientos de areniscas de grano fino, con intercalaciones de pelitas negras y violáceas, que asignaron a la Formación Las Placetas. En la última localidad citada, en la base de la unidad afloran conglomerados con clastos de vulcanitas. Esa formación fue definida en el río Valeriano, en territorio chileno, por Reutter (1974), está intruida por granitoides del Paleozoico superior y se correlaciona con la Formación Agua Negra. Los asomos son muy pequeños y no se han podido representar a la escala del trabajo.

La Formación Agua Negra se homologa, además, con la Formación Ranchillos (Limarino *et al.*, 1996) al norte de la Hoja, en la provincia de La Rioja.

La edad de la unidad, carbonífera superior a pérmica inferior, fue establecida por Aparicio (1969) sobre la base del estudio de invertebrados fósiles (*Canocrinella* sp. (*C. fail valencis*), *Mourlonia herralensis* (Couper Reed) y *Orthoceras* sp. y de flora (*Gondwanidium platianus*, *Rhopidopsis* sp. y *Rhacopteris* sp.), hallados en la quebrada de Agua Negra.

### **Gabros**

En el arroyo El Fierro se observan cuerpos que intruyen a la Formación Agua Negra (*stocks*), al oeste del contacto con la Granodiorita Las Piedritas. Se trata de rocas clasificadas como gabros en el estudio petrográfico (muestras 985 y 986). Son rocas compactas de color gris oscuro, de textura granular gruesa, formadas por abundantes feldespatos y mafitos. La plagioclasa es labradorita y los mafitos son hipersteno, augita y biotita. El hipersteno está alterado a antigorita. Algunas muestras tienen un mayor contenido de serpentina.

## **2.2. PALEOZOICO - MESOZOICO**

### **2.2.1. PÉRMICO - TRIÁSICO**

#### **GRUPO CHOIYOI (9)**

*Aglomerados, tobas, ignimbritas, andesitas, riolitas, dacitas, conglomerados, areniscas y pelitas*

Los antecedentes más antiguos referentes a la existencia de pórfidos cuarcíferos en la Cordillera Frontal se remontan a Stelzner (1885). Groeber (1918) denominó Serie Porfírica Supratriásica a este conjunto, al que luego modificó por el de Choiyoilitense (Groeber, 1946, 1947). Esta unidad fue denominada Formación Choiyoi por Roller y Criado Roque (1969), en tanto que Yrigoyen (1972) la elevó a la categoría de Grupo.

Los afloramientos del Grupo Choiyoi se extienden en las partes altas del cordón de Colangüil, entre la quebrada de Conconta y el arroyo Tres Quebradas, y en la cordillera de La Ortiga, desde el arroyo de Los Despoblados hacia el norte, trascendiendo sus afloramientos el límite norte de la Hoja.

Según Llambías *et al.* (1990 b), en el cordón de Colangüil el Grupo Choiyoi está integrado por dos secciones: una inferior sedimentaria y una sección superior constituida predominantemente por ignimbritas andesíticas a dacíticas. El pasaje entre ambas secciones es transicional. En general la sección inferior falta y las ignimbritas se asientan en forma discordante sobre las unidades más antiguas. La sección sedimentaria aflora entre las quebradas de Mondaca y Conconta, en la Hoja Rodeo, al sur de la Hoja Malimán. El espesor en estas localidades es de 200 m mientras que en la quebrada de Romo es de 300 metros.

En la Hoja Malimán, la sección inferior se ha observado en las nacientes de los arroyos Colangüil y Los Puentes. La secuencia se inicia con un conglomerado, en parte brechoso, altamente resistente a la erosión, constituido por clastos de hasta 20 cm de diámetro y matriz arenosa. Los clastos, subredondeados a subangulosos, están compuestos por areniscas, andesitas y cuarzo lechoso. La serie continúa con areniscas cuarzo feldespáticas de grano mediano a grueso hasta sabulíticos, de color gris claro, con intercalaciones conglomerádicas similares a las descriptas. En ellas se han hallado restos de vegetales muy mal conservados. Localmente contienen intercalaciones de bancos pelíticos oscuros. Hacia arriba siguen aglomerados volcánicos con abundantes clastos de andesitas alteradas. Esta zona

de transición hacia los mantos ignimbríticos andesíticos es del orden de los 100 m e indican el comienzo de la fase eruptiva.

La sección superior es la más extensa y de mayor espesor. Está constituida principalmente por ignimbritas andesíticas a dacíticas. Predominan los aglomerados en los niveles inferiores. Se han medido hasta 400 m en el arroyo Colangüil. En general son de color gris verdoso oscuro, están compuestas por cristales de plagioclasa y anfíboles (escaso piroxeno) y frecuentemente tienen alteración propilítica.

El espesor del Grupo Choiyoi en el arroyo Colangüil y en Los Cogotes es de 500 metros.

En el río Valle del Cura, el Grupo Choiyoi se expone en ambos márgenes, desde Jagüelito hasta más al norte de El Codo del Río (arroyo La Barrancosa). También aflora al norte del arroyo de Los Despoblados. En el río de Las Taguas, Nullo y Marín (1990) describieron al Grupo Choiyoi constituido por una asociación de rocas volcánicas, piroclásticas y sedimentarias clásticas intercaladas. En general, su composición varía entre riolítica y andesítica (figura 7).

Esta unidad asoma en ambos flancos de la cordillera de La Ortiga culminando al sur de la misma

con una estructura plegada y fallada. En las nacientes de los arroyos Los Amarillos y Guanaco Zonzo se hallan ignimbritas de composición riolítica a riolacítica. También se extiende al norte del cerro El Toro, en la margen occidental del río de La Sal y en la quebrada de La Ortiga. En este sector las ignimbritas presentan signos de metamorfismo de contacto producto de la intrusión de cuerpos de la Superunidad Ingaaguás.

Al sur del arroyo de Los Despoblados las vulcanitas pérmico-triásicas solo afloran en los arroyos Los Bañitos y Río Frío. Se trata de pequeños cuerpos no mapeables a la escala de la Hoja que subyacen a las vulcanitas terciarias y se han identificado mediante dataciones absolutas. Están compuestos por riolitas, aglomerados volcánicos e ignimbritas riolacíticas a riolíticas. La relación estratigráfica en el techo es discordante con la Formación Doña Ana o con la Formación Río de La Sal y hacia la base es discordante con la Superunidad Ingaaguás.

La relación del Grupo Choiyoi con la Formación Agua Negra es de discordancia angular. Como la sección inferior sedimentaria generalmente falta, las ignimbritas de la sección superior yacen directa-



**Figura 7.** Andesitas del Grupo Choiyoi en el río de Las Taguas. Al fondo de la imagen zona alterada donde se desarrolla el proyecto Veladero.

mente sobre las sedimentitas carbonífero-pérmicas. Según Llambías *et al.* (1990 b), la Granodiorita Las Piedritas intruye a los estratos basales del Grupo Choiyoi.

Shaw *et al.* (1990) obtuvieron para las ignimbritas y rocas asociadas una isocrona Rb/Sr de  $256,2 \pm 2$  Ma (Pérmico superior), en tanto que durante el levantamiento de la Hoja se realizó una datación en rocas de la margen izquierda del río de Las Taguas, que dio como resultado un valor de  $225 \pm 10$  Ma (Triásico medio a superior).

El Grupo Choiyoi se puede correlacionar con la Formación Pastos Blancos de Chile (Thiele, 1964), de edad paleozoica superior a triásica inferior.

### **Granodiorita Las Piedritas (10)**

#### *Granodioritas*

La Granodiorita Las Piedritas (Llambías y Sato, 1990) comprende cuatro plutones dentro del ámbito de la Hoja. Los afloramientos de esta unidad se hallan en el cordón de Colangüil, hasta la margen derecha del río Valle del Cura. Las exposiciones principales se extienden desde la quebrada La Palca, al norte, hasta la quebrada Las Piedritas, al sur. Otros asomos pequeños se localizan en las quebradas Los Puentes y Cogotes. Son granodioritas grisáceas de grano medio (figura 8), en las que la plagioclasa es el mineral predominante, tienen en la misma proporción anfíboles (hornblenda) y biotita, mientras que el cuarzo y el feldespato potásico son intersticiales (Llambías y Sato, 1990). Contienen enclaves de rocas ígneas de composición más básica y, en menor proporción, xenolitos de esquistos micáceos. Los contactos de las granodioritas con las cajas en general son netos. En los bordes el grano es más fino que en el interior de los cuerpos.

Las rocas de esta unidad intruyen a la Formación Agua Negra y a su vez están intruidas por los cuerpos subvolcánicos riolíticos de la Riolita Tres Quebradas, por el Granito Los Lavaderos y el Granito Las Opeñas y por diques longitudinales silícicos y máficos.

La edad de esta unidad fue obtenida por dataciones realizadas por Shaw *et al.* (1990), por el método roca total en biotita, y es de 250 a 263 Ma.

### **Riolita Tres Quebradas (11)**

#### *Pórfidos riolíticos y riolitas*

Esta unidad fue definida por Llambías y Sato (1990) y comprende cuerpos riolíticos localizados en

el borde occidental del batolito de Colangüil. Los afloramientos más importantes están en las cabecezas de los arroyos Tres Quebradas y Los Ocúcaros. Son riolitas con tonalidades rosadas y rojizas, con fenocristales de feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa y escasa biotita. La pasta en general es afanítica.

La Riolita Tres Quebradas intruye a la Formación Agua Negra y a la Granodiorita Las Piedritas y es intruida por el Granito Los Puentes. Un conjunto de diques pertenecientes a la entidad que se describe se emplazan en la Formación Agua Negra en el borde occidental del batolito, intruyendo además a las vulcanitas del Grupo Choiyoi, lo cual indica que estas riolitas son posteriores a la base de ese grupo (Sato *et al.*, 1990). Quartino y Zardini (1967) describieron un conjunto de diques, la Formación Eruptiva Vicuña, que podrían pertenecer a esta unidad.

### **Granito Los Puentes (12)**

#### *Granito biotítico*

Los afloramientos del Granito Los Puentes están localizados, de sur a norte, en la cabecera del arroyo Los Puentes hasta la de la quebrada Los Médanos y desde el arroyo El Fierro hasta el río San Guillermo. Está integrado por tres plutones: El Fierro (figura 9), Los Puentes y Conconta, este último situado al sur de la Hoja.

Según Sato *et al.* (1990), la roca tipo es un granito gris claro a rosado, de grano mediano y homogéneo. El plutón El Fierro es el de mayor extensión de todos los cuerpos (más de 400 km<sup>2</sup>) y está formado por un granito biotítico. El plutón Los Puentes tiene variaciones de facies que constituyen microgranitos y granitos miarolíticos. Existen diques aplíticos relacionados con este granito.

El plutón Los Puentes intruye a la Formación Agua Negra mediante contactos netos. Hay una fracturación intensa, de tipo *stopping*, que bordea el plutón con un ancho de 300 metros. Intruye, además, a la Granodiorita Las Piedritas y a la Riolita Tres Quebradas. La relación de los ejes mayor y menor en El Fierro es de 1,6 y de 2,3 en Los Puentes. Los plutones están intruidos por diques silícicos y máficos longitudinales (Castro, 1987).

Dataciones realizadas en el plutón Los Puentes mediante roca total en biotita dieron una edad de  $257 \pm 1$  Ma, mientras que dos muestras del plutón El Fierro arrojaron valores de 257 y  $256 \pm 1$  Ma (Llambías y Sato, 1995).



**Figura 8.** Detalle de la Granodiorita Las Piedritas.



**Figura 9.** Vista del Granito Los Puentes en Los Caserones, plutón El Fierro.

### **Granito Las Opeñas (13)**

*Granito biotítico y muscovítico*

Este granito está integrado por un único plutón alargado que aflora en la parte central del batolito (Llambías y Sato, 1990). Es un granito de color gris claro, con biotita y muscovita, de grano mediano a grueso. En la parte central la textura es porfírica con grandes fenocristales de feldespato potásico. Presenta cuerpos diferenciados dentro del granito que constituyen facies aplíticas. Intruye a la Formación Agua Negra y a la Granodiorita Las Piedritas y está intruido por diques silíceos y máficos.

Las edades obtenidas de este plutón van desde 258 a  $254 \pm 1$  Ma, mediante el método roca total en biotita (Llambías y Sato, 1995).

### **Granito Los Lavaderos (14)**

*Granito anfibólico con biotita*

El Granito Los Lavaderos es un único plutón intruido en la Granodiorita Las Piedritas (Llambías y Sato, 1990). Litológicamente es un granito anfibólico con biotita, de color gris en el centro del cuerpo y tonalidades rosadas en los bordes del extremo oriental. La textura es granosa en la parte oriental, en tanto que en el centro y en el sector occidental es porfírica. Una de las características particulares de este cuerpo es la presencia de cristales zonales de allanita. En las facies porfíricas, los fenocristales están constituidos por feldespato potásico, cuarzo y en gran proporción por plagioclasas, anfíbol y biotita y microfenocristales de allanita. La relación de los ejes máximo y mínimo es de 3,4.

La edad, según Llambías y Sato (1995), es de  $259 \pm 2$  Ma. Es comparable con los leucogranitos descriptos por Parada (1984), de similar edad, que afloran en el Batolito Elqui Limarí en Chile.

### **Superunidad Ingaguás (15)**

*Granodioritas, granitos y pórfidos riolíticos, granodioríticos y graníticos*

En el territorio chileno, aledaño a la región aquí tratada, Nasi *et al.* (1985) denominaron Superunidad Ingaguás a un conjunto de cuerpos de granitoides intrusivos en la Formación Pastos Blancos (equivalente al Grupo Choiyoi en el territorio argentino) y a la Formación Las Placetas (Carbonífero superior).

En nuestro país, esta nomenclatura fue introducida por Marín y Nullo (1988), dada la continuidad física con las exposiciones situadas en Chile. En la

región tipo, la Superunidad Ingaguás está formada por cuatro unidades de rocas intrusivas: a) Los Carricitos, b) Chollay (figura 10), c) El León y d) Colorado.

En la Argentina, los afloramientos de esta unidad se distribuyen en el cordón del límite (arroyos Potrerillos y Amarillos y paso El Soberado) y en el cordón de La Ortiga. Están constituidos por granodioritas, pórfidos graníticos a granodioríticos y pórfidos riolíticos (Pezzutti y Godeas, 1988). Durante la ejecución de esta Hoja han sido determinadas granodioritas de textura xenomorfa granular gruesa, formadas por abundante cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa) con argilitización leve y biotita parda verdosa.

En el cordón del límite, en la margen izquierda del río de las Taguas afloran granitoides que intruyen a las vulcanitas del Grupo Choiyoi. En territorio argentino, además, la Superunidad Ingaguás está en contacto tectónico con el Grupo Choiyoi (Perfil A-A'). En Chile, las rocas de esta unidad están cubiertas en discordancia por secuencias volcánicas mesozoicas y cenozoicas, mientras que en la Argentina están en discordancia con las unidades cenozoicas.

Marín y Nullo (1988) correlacionaron a la Superunidad Ingaguás con los granitos y pórfidos aflorantes más al norte, en el cerro Comecaballos (Caminos, 1972) que constituyen los afloramientos más septentrionales del batolito pérmico-triásico. En dichas rocas graníticas, Caminos (1972) obtuvo dos dataciones que dieron valores de  $224 \pm 14$  y  $233 \pm 12$  Ma.

En el sector chileno, dataciones realizadas por Nasi *et al.* (1985) arrojaron valores que fluctúan entre  $276 \pm 4$  y  $221 \pm 3$  Ma, valores que determinan que la Superunidad Ingaguás abarca desde el Pérmico inferior hasta el Triásico superior.

## **2.3. MESOZOICO**

### **2.3.1. TRIÁSICO**

#### **Formación Santo Domingo (16)**

*Conglomerados, areniscas y pelitas rojas*

La Formación Santo Domingo fue citada por primera vez en la literatura geológica por Fauqué y Limarino (1991), aunque la caracterización litológica de la unidad ya había sido establecida en un trabajo previo por Limarino *et al.* (1990), pero sin consignarse la denominación formal.



**Figura 10.** Superunidad Ingaguás, Granito Chollay en el arroyo Los Amarillos.



**Figura 11.** Formación Santo Domingo en el río San Guillermo, vista al sur.

La unidad en cuestión aflora en el norte de la Precordillera riojana, al oeste de Jagüé, en el río del Peñón, y consta de capas rojas continentales en las que Limarino *et al.* (1990) determinaron cinco facies. La facies A está compuesta por ortoconglomerados polimícticos clasto sostenidos inmersos en una matriz arenosa de textura mediana a gruesa, los clastos son principalmente de vulcanitas ácidas, mesocilícicas y cuarzo, incluyendo algunos fragmentos de areniscas verdes medianas, los cuales contienen restos de troncos silicificados, areniscas finas a gruesas de color rojo ladrillo y pelitas. La facies B está constituida por areniscas finas de color rojo y muy finas de color gris oscuro, otorgándole al conjunto un aspecto laminado. La facies C incluye una alternancia de areniscas y pelitas de color rojo ladrillo. La facies D está formada por tres tipos litológicos principales, pelitas rojas laminadas, seguidas por areniscas rosadas de grano medio a fino y finalmente bancos de calizas impuras, margas y capitas milimétricas de yeso. La facies E se trata exclusivamente de areniscas finas y medianas de color rojo pálido y castaño bien seleccionadas, con estratificación entrecruzada de escala gigante. El espesor total es de 915 metros.

El primer tramo de la sedimentación es de tipo torrencial, seguido de depósitos eólicos que son sucedidos por secuencias fluviales meandriformes y sucesiones lacustres incluyendo escasas evaporitas, lo que indica una progresiva aridización del medio, reducción en la tasa de sedimentación y disminución de las corrientes fluviales. Finalmente, un tramo con eolianitas corresponde a la facies E.

En la Hoja, depósitos que se correlacionan litológicamente con los descriptos se hallan en el río San Guillermo (figura 11) (paraje Las Casitas) y en el río Blanco (al norte de la quebrada Acerillos), por lo que han sido asignados tentativamente a esta unidad. En el río Blanco, estas sedimentitas se apoyan en forma discordante sobre el Carbonífero, en tanto que en Las Casitas el techo es discordante con sedimentitas rojo pálido continentales de posible edad terciaria.

La litología consiste en conglomerados (que contienen algunos fragmentos de areniscas verdes medianas) y areniscas finas de color rojo y muy finas de color gris oscuro, otorgándole al conjunto un aspecto laminado, y pelitas de color rojo ladrillo. El espesor aflorante de esta unidad en la zona de la Hoja es inferior a los 100 m, no observándose a la base.

Los afloramientos del área tipo fueron asignados originalmente al Pérmico, pero, el descubrimiento de troncos de tipo *Rhexoxylon* permitió atribuirlos al Triásico (Limarino *et al.*, 1990).

## 2.4. CENOZOICO

### 2.4.1. PALEÓGENO

#### 2.4.1.1. Paleoceno

#### **Formación Río de La Sal (17)**

*Conglomerados, areniscas pardo rojizas, ignimbritas y calizas*

Originalmente esta unidad fue denominada Formación Barrancosa por Minera TEA (1968). Reutter (1974) agrupó con el nombre Formación Río de La Sal a capas de areniscas y conglomerados pardo rojizos que se apoyan en discordancia sobre las vulcanitas del Grupo Choiyoi, tanto en territorio argentino como chileno. Este autor incluía, en esta entidad, vulcanitas en la sección inferior y capas de yeso en la sección superior. Marín y Nullo (1988) y Nullo y Marín (1990) reconocieron y delimitaron los afloramientos de esta formación en la cordillera de La Ortiga y en el río de La Sal.

La formación aflora en ambos márgenes del río de La Sal, extendiéndose al sur por la quebrada de La Ortiga y desde allí hasta el río Valle del Cura. Abarca una faja norte - sur en el paso de La Coipa. Hacia el norte, sus afloramientos se expresan en la Hoja Pastillos.

Está representada por un conjunto de areniscas gruesas a finas y conglomerados rojos a morados. En el codo del río Valle del Cura (arroyo Las Invernaditas) y en el arroyo Pircas Negras, por debajo del conglomerado pardo rojizo subyace una serie integrada por una alternancia de areniscas y lutitas de color verde. En la quebrada de La Ortiga y en el río de La Sal, la base de esta unidad está constituida por ignimbritas y calizas de menos de 100 m de espesor. Según Minera TEA (1968), la potencia es de 1500 a 2000 m, aumentando su espesor de sur a norte.

Su ambiente es continental, caracterizado por sistemas fluviales entrelazados, depósitos de abanicos aluviales y sistemas fluviales efímeros (Malizia *et al.*, 1997 a y b). Se apoya en discordancia sobre las vulcanitas del Grupo Choiyoi y las sedimentitas de la Formación Agua Negra, mientras que en su techo hay una discordancia angular de bajo ángulo



**Figura 12.** Estratos rojos de la Formación Río de La Sal cubiertos en discordancia por los depósitos piroclásticos de las Tobas Multicolores Valle del Cura.

(Malizia *et al.*, 1997 c) con la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura (figura 12) o con la Formación La Ollita. En la quebrada del río de La Sal la secuencia está intruida por pórfidos riolíticos en forma de diques (Reutter, 1974).

Reutter (1974) asignó la Formación Río de La Sal al Mioceno, correlacionándola con los Estratos Calchaqueños. Malizia *et al.* (1997 a y b) sugirieron una antigüedad cretácica tardía a paleocena, sobre la base de dataciones en la unidad suprayacente, la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura, de edad oligocena. En la presente Hoja se la ubica en el Paleoceno de acuerdo con las observaciones de Malizia *et al.* (1997 a y b).

#### 2.4.1.2. Eoceno-Oligoceno

##### **Formación Tobas Multicolores Valle del Cura (18)**

*Conglomerados, areniscas, tobas multicolores, andesitas, brechas, ignimbritas*

Minera TEA (1968) diferenció como Formación Tobas Multicolores a un conjunto de conglomerados poco diagenizados y areniscas tobáceas pardas, grises y amarillas. La unidad aflora en la región del Valle del Cura. Las principales exposiciones están ubicadas en el cordón de La Brea, donde también se registran los mayores espesores (figura 13). También se



**Figura 13.** La Formación Tobas Multicolores Valle del Cura en el cordón de La Brea, vista al este.

distribuye en gran parte de la margen derecha del río Valle del Cura, desde el arroyo de Conconta hasta el río de La Palca, en el cerro Pintado y en la margen izquierda del Valle del Cura (La Sepultura, río Frío, Los Bañitos, Zancarrón, El Gollete).

La litología, en la base de la unidad, consiste en ortoconglomerados gris verdosos con alternancia de areniscas líticas, seguidos de areniscas tobáceas blanquecinas con intercalaciones de algunas capas de tobas rosadas, duras. Por encima continúan las conspicuas tobas multicolores (Malizia *et al.*, 1997 a y b). Al sur del cordón de La Brea, en el río Frío y en la margen derecha del Valle del Cura, las tobas multicolores se apoyan directamente y en forma discordante sobre las vulcanitas del Grupo Choiyoi. En el río de La Sal, Marín y Nullo (1988) describieron depósitos volcanoclásticos que por su escaso espesor integraron a la Formación La Ollita, y que corresponderían a esta unidad. Minera TEA (1968) asignó un espesor aproximado de 500 a 1000 m a la formación, en tanto que para Malizia *et al.* (1997 a y b) es de 500 metros. Se ha determinado que el espesor de esta unidad disminuye hacia el norte.

Limarino *et al.* (1999) mencionaron las intercalaciones de niveles de vulcanitas en la parte media y superior de la formación, constituidas por coladas de traquiandesitas, andesitas y flujos ignimbríticos.

El ambiente es de sistemas fluviales ahogados por lluvias de cenizas, depósitos de caída y flujos ignimbríticos y laharitas (Malizia *et al.*, 1997 a y b).

Los depósitos están en relación discordante sobre la Formación Río de La Sal.

Malizia *et al.* (1997 a y b) asignaron una edad eocena a esta unidad, a partir de dataciones radiométricas K/Ar ( $45 \pm 2$ ;  $44 \pm 2$ ;  $36 \pm 1$  y  $34 \pm 1$  Ma) en andesitas de la parte media de la formación. Se interpreta de acuerdo a ello, que podría extenderse hasta el Oligoceno, y así se lo consignó en el cuadro estratigráfico del mapa geológico.

#### 2.4.2. PALEÓGENO - NEÓGENO

##### **Formación Doña Ana (20)**

*Tobas, ignimbritas riolíticas y dacíticas. Andesitas y basaltos*

La Formación Doña Ana fue originalmente definida por Thiele (1964) para una secuencia de coladas andesítico-basálticas aflorantes en la cordillera Doña Ana en Chile. Posteriormente, la unidad fue redefinida por Makshev *et al.* (1984) quienes deter-

minaron que la Formación Doña Ana está integrada por tobas ignimbríticas y tobas riolíticas y dacíticas que corresponden al miembro inferior, denominado Tillito, mientras que el miembro superior, llamado Escabroso, está constituido por lavas andesíticas y basálticas. Los espesores de la formación varían de 800 a 1250 metros.

Malizia *et al.* (1997 a y b) le asignaron categoría de Grupo a la Formación Doña Ana, y llevaron al rango de Formación a los miembros Tillito y Escabroso.

En el territorio argentino, la Formación Doña Ana se extiende en la cordillera del Límite desde los pasos Soberado y Valeriano hacia el sur, transponiendo el límite sur de la Hoja (figura 14). Marín y Nullo (1988) y Nullo y Marín (1990) establecieron la distribución de la Formación Doña Ana en el sector argentino desde el paso El Zancarrón hasta el río de La Sal.

Las rocas de esta unidad se distribuyen en grábenes longitudinales limitados por fallas inversas. La integran brechas andesíticas, dacitas y subordinadamente basaltos, ignimbritas riolíticas a riolíticas de color morado a rojizo, y tobas.

En el área del río Las Taguas, la litología de la Formación Doña Ana fue descrita por Godeas *et al.* (1993), quienes determinaron brechas, andesitas, tobas, pórfidos, basaltos, dacitas- andesitas, vitrófiros e ignimbritas. Debido al fuerte tectonismo de la comarca, en este sector no se pudieron reconocer los miembros diferenciados en territorio chileno. Estos autores incluyeron en la formación a los cuellos volcánicos basálticos reunidos por Ramos *et al.* (1987) en el Basalto Las Máquinas, aflorantes en el arroyo homónimo, debido a su litología afín y a su edad, determinada por Ramos *et al.* (1989) como coetánea con las efusiones ácidas de la Formación Doña Ana.

Las rocas correspondientes a la Formación Doña Ana se interpretan como episodios de un ambiente de arco volcánico que se desarrolló en el sector chileno aledaño al límite con la Argentina (Ramos *et al.*, 1989). El encuadre geotectónico establecido por dichos autores para el Basalto Las Máquinas, en cambio, fue el de un episodio basáltico de retroarco de escaso desarrollo en estas latitudes.

Las rocas de la Formación Doña Ana se apoyan en discordancia sobre unidades más antiguas (Grupo Choiyoi) y son cubiertas de igual forma por las vulcanitas de la Formación Cerro de Las Tórtolas.

La edad de la Formación Doña Ana varía entre 27 y 16 Ma (Oligoceno inferior a Mioceno superior), de acuerdo con las dataciones presentadas por Nasi



**Figura 14.** Formación Doña Ana en el arroyo Río Frío; vista al noroeste.

*et al.* (1990). Rocas del sector del río Frío fueron datadas por el método K/Ar por los autores de esta Hoja, registrándose un valor de  $29 \pm 1$  Ma sobre rocas que corresponden a esta unidad.

Dataciones por el método K/Ar en rocas del miembro Tillito (en Chile) dieron valores de 27 a 22,1 Ma (Oligoceno tardío - Mioceno temprano) (Maksaev *et al.*, 1984). En el portezuelo de Conconta, Malizia *et al.* (1997 a y b) obtuvieron una edad de  $23 \pm 1$  Ma. Teniendo en cuenta estos antecedentes se asigna la unidad al Oligoceno tardío-Mioceno temprano.

Una muestra del Basalto Las Máquinas obtenida en el arroyo de Los Catres y datada por el método K/Ar sobre roca total dio una edad de  $22,8 \pm 1,1$  Ma (Ramos *et al.*, 1989).

### 2.4.3. NEÓGENO

#### 2.4.3.1. Mioceno

##### **Formación La Ollita (19)**

*Areniscas, yeso, anhidrita, calizas, lutitas, piroclastitas y vulcanitas*

Originalmente conocida como Serie del Yeso (Cooperativa de Geólogos e Ingenieros de Minas,

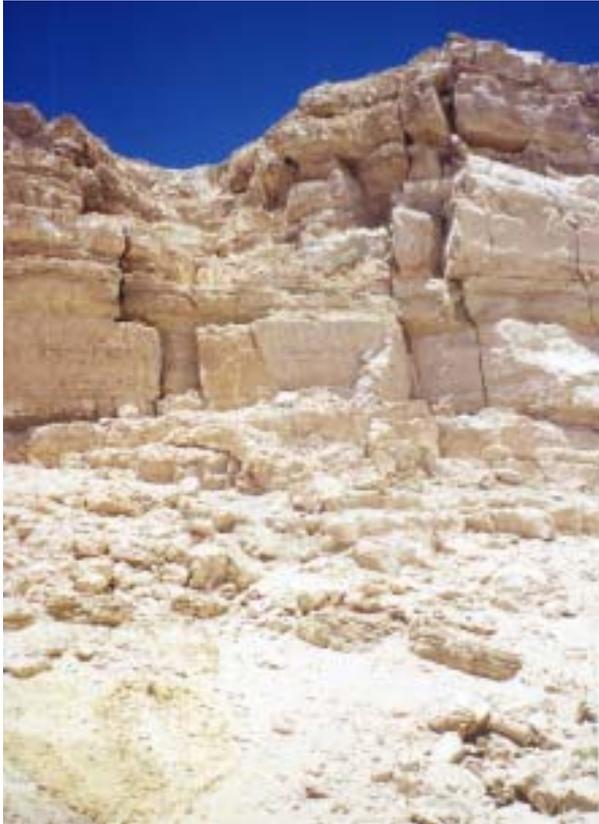
1954), la denominación de Formación La Ollita fue dada por Minera TEA (1968). En esa oportunidad se describieron areniscas intercaladas con yeso y anhidrita y algunos mantos de calizas y arcillas, cuyo estratotipo se encuentra en el arroyo de La Ollita.

En la Hoja Malimán, la formación está distribuida en la margen izquierda del río Valle del Cura y, hacia el norte, en el río de La Sal y en la cordillera de San Guillermo (figura 15). Se caracteriza por brechas volcánicas, tobas y tufitas de color verde, reconociéndose en forma subordinada intercalaciones lávicas mesosilíceas.

Malizia *et al.* (1997 a y b) midieron un espesor de 300 m, en tanto que Minera TEA (1968) estimó 1000 m de espesor para esta unidad.

El ambiente de depositación sería del tipo fluvial, fluvial entrelazado y fluvial efímero, con facies de marisma y lagos costeros, que incluye probables depósitos de laharras relacionados con una actividad volcánica mesosilíceica (Malizia *et al.*, 1997 a y b). Los bancos de yeso han sido interpretados como producto de intrusiones marinas.

La Formación La Ollita generalmente está plegada y deformada en sinclinales y anticlinales de gran magnitud y muy cerrados, constituyendo una super-



**Figura 15.** Formación La Ollita en el arroyo La Salitrosa.

ficie de despegue importante en los corrimientos ándicos (Fase Quechua).

Los bancos se disponen en forma discordante sobre las formaciones Río de La Sal y Tobas Multicolores Valle del Cura.

Malizia *et al.* (1997 a y b) mediante dataciones radimétricas de traquiandesitas intercaladas, obtuvieron una edad de  $16 \pm 1$  Ma, que corresponde al pasaje del Mioceno inferior al medio. Esta edad está corroborada por el hallazgo de una asociación palinológica diversa y bien preservada que indica una edad miocena media (Malizia *et al.*, 1997 a y b).

### **Formación Cerro de Las Tórtolas (21)**

*Aglomerados volcánicos, brechas andesíticas, ignimbritas, tobas, andesitas y dacitas*

Las vulcanitas que se agrupan en esta unidad fueron denominadas Basalto Tórtolas por Aparicio (1975) y Dacita Tórtolas por Ramos *et al.* (1987). El nombre formacional le fue dado por Maksaev *et al.* (1984).

La importancia del reconocimiento de esta unidad está vinculada a su relación con las principales áreas de alteración y depósitos de minerales metalíferos de la Cordillera Frontal de San Juan.



**Figura 16.** La Formación Cerro de Las Tórtolas en el volcán Tórtolas. En primer plano se observan afloramientos de la Ignimbrita Vacas Heladas.

La localidad tipo está en la vertiente occidental del cerro homónimo, en el territorio chileno. La formación tiene amplia distribución al norte del cerro Tórtolas, en el cerro Vacas Heladas, en La Sepultura, en la cordillera del Zancarrón y en la cordillera del Límite, en las nacientes de los arroyos Los Amarillos y El Soberado.

Según Ramos *et al.* (1989), la sección inferior está compuesta por una sucesión de andesitas y dacitas de color violáceo y de grano grueso, en tanto que la sección superior está representada por lavas andesíticas hornblendíferas a dacíticas de color gris oscuro.

En la región del río de las Taguas, Godeas *et al.* (1993) incluyeron en la formación a andesitas, ignimbritas, tobas, brechas y dacitas.

La unidad se haya basculada hacia el este y deformada por los corrimientos andinos.

La sección inferior está alterada en el área del río Frío.

El espesor de la formación en Chile es de 1400 metros (Nasi *et al.*, 1990), mientras que en el territorio argentino la potencia está en el orden de 300 a 400 metros.

Está en discordancia sobre la Formación Doña Ana y unidades más antiguas, en tanto que la sobreyacen, en relación discordante, la Ignimbrita Vacas Heladas y la Formación Los Bañitos (figura 16). Si bien las formaciones La Ollita y Cerro de Las Tórtolas son parcialmente coetáneas no se ha observado la relación de las dos unidades en afloramientos.

Originalmente fueron asignadas al Cuaternario (Groeber, 1951; Aparicio, 1975), pero luego Minera TEA (1968) las situó en el Terciario, lo cual fue confirmado por dataciones radimétricas posteriores. La edad está comprendida entre 16 y 9 Ma. Una muestra procedente del cerro Tórtolas dio una edad K/Ar, sobre biotita, de  $16,6 \pm 0,7$  Ma (Maksaev *et al.*, 1984). Otra, obtenida en la pared sur del volcán Vacas Heladas, arrojó un valor de  $9,1 \pm 0,5$  Ma (Ramos *et al.*, 1989).

### **Intrusivos miocenos (22)**

*Granodioritas, granitos, dioritas, garbos, dacitas, andesitas*

Bajo esta denominación informal se agrupan pequeños a medianos cuerpos intrusivos, stocks y diques subvolcánicos de composición variada, desde granítica hasta gábrica, incluyendo dioritas, andesitas y granodioritas, situados en el ámbito de la

Cordillera Frontal. Muchos de ellos están vinculados con áreas de alteración hidrotermal, como el Pórfido Vicuña en el distrito minero El Salado, y los que se encuentran en las áreas de Río Frío, Jagüelito y Veladero, entre otras.

A lo largo del límite internacional entre Vacas Heladas, el portezuelo del Zancarrón y el norte del paso Valeriano se hallan afloramientos de dimensiones no mapeables de esta unidad.

En este agrupamiento también se incluye al plutón Los Médanos, situado en el borde oriental de la Cordillera Frontal. En él, Llambías *et al.* (1990 a) reconocieron dos subunidades, la Microgranodiorita Los Médanos y la Granodiorita Leonardo. La primera posee tres pequeños plutones, mientras la segunda tiene 12 km<sup>2</sup> y está intruida por un dique porfírico. Intruyen al Granito Las Opeñas y a la Formación Agua Negra.

La Microgranodiorita Los Médanos posee una zonación de composición gabrodiorítica en los bordes, en tanto que el núcleo está integrado por una granodiorita con diferenciación a un granito leucocrático.

En Chile rocas de composición similar han sido agrupadas en la Unidad Infiernillo (Maksaev *et al.*, 1984). Intruyen a la Formación Doña Ana y están relacionados con las grandes áreas de alteración hidrotermal. La edad de estos cuerpos intrusivos varía entre 17 y 8,5 Ma (Araneda, 1982; Maksaev *et al.*, 1984).

En la Argentina, el Pórfido Vicuña fue datado en  $13,5 \pm 7$  Ma (JICA-MMAJ, 1999). En cuanto al plutón Los Médanos, estudiado por Llambías *et al.* (1990), los valores obtenidos fueron de  $21,2 \pm 0,1$  Ma y  $22,4 \pm 0,1$  Ma.

### **Formación Las Flores (24)**

*Arcilitas y areniscas*

En el valle de Iglesia afloran sedimentitas terciarias que se reunieron en el Grupo Iglesia (Wetten, 1975). Las exposiciones en el área de la Hoja corresponden a la unidad superior del mencionado grupo, la Formación Las Flores (Wetten, 1975).

La unidad se observa en el ángulo sureste de la Hoja, en los arroyos Los Puentes y El Salado, y en los alrededores del cerro Colorado.

La formación está integrada por limoarcilitas intercaladas con areniscas finas. En la parte superior predominan arcilitas parduscas claras. Los términos más altos contienen yeso. Los afloramientos en la Hoja se restringen a arcilitas y areniscas, con un

espesor de conjunto de 300 metros. La secuencia comprende varios ciclos granodecrecientes con estructuras sedimentarias de corte y relleno y estructuras planares (Ré, 1994). Estos depósitos están vinculados a facies distales de abanicos aluviales.

En la base, fuera de la Hoja, la unidad es concordante con la Formación Lomas del Campanario, unidad inferior del Grupo Iglesia, mientras que es cubierta en discordancia por depósitos cuaternarios.

Las secuencias de la Formación Las Flores fueron datadas, por el método Ar/Ar, por Ré y Barredo (1993) y Ré (1994) en  $11,2 \pm 0,5$  y  $8,2 \pm 0,2$  Ma, correspondientes al Mioceno medio alto a Mioceno tardío.

En el río Blanco (quebrada El Toro) y en el río San Guillermo (paraje Las Casitas) afloran también sedimentitas terciarias continentales, asignadas por Furque (1972) a la Formación El Corral, constituida por areniscas medianas a finas y conglomerados finos a gruesos, y contiene yeso. La serie tiene en general tonalidades claras, rosado pálido. Está en relación discordante con depósitos paleozoicos y mesozoicos y cubierta en discordancia por sedimentos cuaternarios. Dada la similitud litológica con la Formación Las Flores y lo reducido de sus afloramientos se los ha integrado a esta unidad.

### **Ignimbrita Vacas Heladas (25)**

*Ignimbritas riolíticas, dacíticas y andesíticas*

Se reúne con este nombre a las ignimbritas distribuidas en forma periférica al cerro Vacas Heladas. La denominación de la unidad proviene de Ramos *et al.* (1987).

Litológicamente se caracteriza por ignimbritas riolíticas, dacíticas y andesíticas con diferente grado de aglutinación, en las que se observan *fiammes* con diverso grado de aplastamiento y texturas entrecruzadas de flujo de niveles basales y un pasaje gradual a los términos más distales (Ramos *et al.*, 1987) (figura 17). Según estos mismos autores, el espesor varía desde un máximo de 120 m en las proximidades del volcán Tórtolas hasta 40 m en la parte distal del flujo, en el Valle del Cura. Se apoya mediante discordancia angular sobre las rocas volcánicas de la Formación Cerro de Las Tórtolas, correlacionándose con la Formación Vallecito en territorio chileno.

La edad de esta unidad se determinó mediante el análisis de una muestra de ignimbrita procedente de la quebrada de Los Catres, de la que se obtuvo una edad de  $6,0 \pm 0,4$  Ma (Ramos *et al.*, 1987), co-



**Figura 17.** Detalle de la Ignimbrita Vacas Heladas en la quebrada de Las Máquinas.

rrespondiente al Mioceno tardío, que corrobora la correlación con la Formación Vallecito, de  $5,9 \pm 0,3$  Ma (Maksaev *et al.*, 1984).

#### 2.4.3.2. Mioceno-Plioceno

##### **Formación Las Trancas (23)**

*Conglomerados volcánicos, ignimbritas, tobas, areniscas y brechas volcánicas*

Furque (1963) denominó Formación Las Trancas a una serie volcániclastrica que aflora en el faldeo occidental de la sierra de La Punilla. La secuencia se observa en general formando sinclinales en un graben angosto que se extiende desde Las Chiguas hacia el norte, hasta su intersección con el río Blanco, al sur de la quebrada Larga. Este graben está limitado al este por una falla inversa que lo pone en contacto tectónico en el techo con areniscas del Carbonífero; mientras que al oeste está limitado por un corrimiento que lo pone en contacto con el Paleozoico inferior a medio. La serie aflora en forma parcial debido a su deformación por fracturas y pliegues. En tramos intermedios desaparece afectado por el corrimiento de las pelitas paleozoicas.



**Figura 18.** Detalle de una brecha volcánica de la Formación Las Trancas.

La composición litológica comprende, de abajo hacia arriba, conglomerados volcánicos clasto sosten, de más de 200 m de espesor, con bloques de hasta más de un metro de diámetro, polimícticos y granodecrecientes, en los que la composición de los clastos comprende rocas ígneas ácidas y básicas y sedimentitas; ignimbritas, con profusa alteración y de posible composición básica; la secuencia culmina con unos 100 m de tobas blancas, con espesores de 10 m e intercalaciones de areniscas amarillentas micáceas y areniscas rojo ladrillo y luego brechas volcánicas andesíticas (figura 18). Este último tramo de la serie se dispone formando un sinclinal (quebradas de Las Placetas, La Ramadita, Pederal, Pircas Negras).

En Las Chiguas se distingue una mayor variedad de litologías y una disposición más caótica de la serie. Se observan ignimbritas, brechas volcánicas y pequeñas capas de areniscas. Se agregan rocas alteradas y algunos cuerpos hipabisales.

La Formación Las Trancas está en discordancia sobre las unidades del Paleozoico y se halla cubierta en discordancia por los depósitos cuaternarios de la Formación Los Llanos.

Furque (1963) fijó la edad de la formación en el Pleistoceno, de acuerdo con las características geológicas. Los autores de la Hoja se inclinan por asignarle provisionalmente una edad comprendida entre el Mioceno al Plioceno inferior, por sus similitudes con el Grupo Cerro Morado (Limarino *et al.*, 2002), a la espera de datos fehacientes que permitan determinarla con exactitud.

#### 2.4.4. NEÓGENO - CUATERNARIO

##### **Formación Los Baños (26)**

*Brechas, conglomerados y areniscas*

Esta denominación fue dada por Malizia *et al.* (1997 a y b) a una serie de asomos aislados, dispuestos en forma subhorizontal, en el ambiente de la Cordillera Frontal. Los afloramientos se distribuyen en ambas márgenes del río Blanco y en la quebrada La Ortiga. Los autores mencionados describieron ortoconglomerados polimícticos, brechas matriz sosten y areniscas deleznales, de tonalidades pardo rojizas a grises, que alcanzan hasta 70 m de espesor en la localidad de Baños del Gollete. Fueron generados en abanicos aluviales y sistemas entrelazados proximales y yacen en forma discordante sobre las formaciones Tobas Multicolores Valle



**Figura 19.** Contacto entre los depósitos rojos de la Formación Los Bañitos y la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura.

del Cura (figura 19) y La Ollita. La edad, pliocena a pleistocena temprana, se estableció en función de las relaciones estratigráficas.

#### 2.4.5. CUATERNARIO

##### **Formación Los Llanos (27) *nom. nov.***

*Conglomerados y areniscas*

Con este nombre, los autores de la presente Hoja reúnen a los depósitos de conglomerados y areniscas que yacen en discordancia sobre las unidades previas y rellenan los valles de altura, como los llanos del Molle, del Médano, de Los Hoyos, de San Guillermo y de Los Leones. También se observan relictos en el faldeo occidental de la sierra de La Punilla y en los valles intermontanos de la Precordillera, cubriendo en discordancia a sedimentitas terciarias. Buenos afloramientos existen en la quebrada del Molle (figura 20), camino hacia El Fierro, y en los cursos de los ríos San Guillermo y Blanco.

El color de los depósitos es gris a castaño amarillento y se disponen en forma horizontal a subhorizontal. En general son grano y estrato decrecientes. Poseen intercalaciones de conglome-

rados clasto sostén granocrecientes, sin matriz, que corresponden a depósitos de avalanchas, en los que predominan bloques de rocas graníticas que alcanzan los dos metros de diámetro. Se han contado hasta siete ciclos en la serie. En la localidad de Chinguillos, la base de esta unidad se encuentra a 2500 m s.n.m, mientras que la cota de los llanos (techo) es de 3000 m s.n.m., lo que indicaría que la potencia de la Formación Los Llanos está en el orden de los 500 metros. De norte a sur disminuye el tamaño del grano, hasta que prácticamente desaparece la fracción conglomerado a la latitud de la quebrada de Conconta, donde predominan las areniscas. También disminuye en esa dirección el espesor de la unidad.

En la localidad de Chinguillos se observa la base de esta serie, constituida por un conglomerado de color gris, matriz sostén, estratificado, con predominio de material de tamaño arena y escasos bloques. Se intercalan arenas de color blanco provenientes de la erosión de rocas graníticas, plegadas en sinclinal, lo que constituye una evidencia de actividad neotectónica. El ambiente es fluvial, probablemente correspondiente a antiguos depósitos pedemontanos. Se asigna al Pleistoceno por su posición estratigráfica.



**Figura 20.** Aspecto de conglomerados de la Formación Los Llanos en la quebrada del Molle.

**Depósitos glaciarios (28), Depósitos de remoción en masa (29), Depósitos de piedemonte (30), Depósitos eólicos (31), Depósitos fluviales actuales (32) y Depósitos fluviales aterrazados (32 a)**

Los depósitos de edad cuaternaria comprenden sedimentos de origen glacial, de remoción en masa, fluviales y eólicos. Depósitos de morenas se extienden desde las cabeceras del Valle del Cura hasta el paraje La Sepultura, en las márgenes de los ríos Blanco, Los Despoblados y Las Taguas. Los depósitos de remoción en masa afectan esencialmente a las rocas blandas de las Formaciones Tobas Multicolores Valle del Cura y La Ollita. En la cordillera de La Brea se han diferenciado sectores donde la remoción en masa es importante; éstos han sido diferenciados en el mapa.

Los sedimentos fluviales comprenden los depósitos de piedemonte, terrazas y cauces actuales de los principales ríos.

En el borde oriental del llano Los Molles y de los llanos del Médano hay depósitos de médanos que sobreyacen a la Formación Los Llanos.

### 3. ESTRUCTURA

En la Precordillera se reconocen estructuras que son atribuidas a los ciclos orogénicos Famatiniano

(Ramos et al., 1984, 1986), Gondwánico y Ándico (Ramos, 1988), en tanto que la Cordillera Frontal está deformada por los ciclos Gondwánico y Ándico (Ramos, 1988).

#### 3.1. CICLO FAMATINIANO

Las rocas agrupadas en las unidades correspondientes al Paleozoico inferior a medio (Formación Río Blanco y Grupo Chinguillos) fueron deformadas por la Fase Chánica (fines del Devónico) del Ciclo Famatiniano. Esta deformación está representada por pliegues apretados decamétricos a hectométricos con vergencia al oeste y estructuras de fallas inversas imbricadas de similar vergencia. Estas estructuras se observan en general en forma relíctica, dado que las sedimentitas afectadas fueron metamorfizadas y luego deformadas por los corrimientos ándicos.

En el río San Guillermo, las rocas pelíticas del Paleozoico inferior a medio que constituyen la caja de los intrusivos paleozoicos, presentan pliegues anticlinales y sinclinales cuyos planos axiales tienen rumbo N-S y buzamientos de 20° a 60° E, y vergencia al oeste. Estas rocas están intruidas por diques subverticales de composición básica, en algunos casos metamorfizados (anfíbolitas).

Las rocas aflorantes en ambas márgenes del río Blanco también tienen una fuerte deformación

con vergencia al oeste (plano axial rumbo N 25° E/ 65° E). Otros pliegues menores apretados presentan ejes con rumbos de 160° y buzamientos de 85° E. También se han visto estructuras imbricadas con vergencia al oeste, con planos de fallas que buzanan de 24° a 75° E.

En la quebrada de La Chigua (mina 7 Hermanos) se observan pliegues más amplios que los anteriormente descritos, con rumbo N 20° E, mientras que su eje buza 34° SO. Estos pliegues están cortados por una falla inversa ándica de rumbo N 30° O.

En la quebrada Pedernal existen pliegues cuyos planos axiales buzanan 45° E, con vergencia al oeste, desarrollados en las pelitas del Paleozoico inferior a medio.

Baldis y Sarudiansky (1975) expresaron que el estilo tectónico de las sedimentitas devónicas es de plegamiento con imposición de fracturación.

### 3.2. CICLO GONDWÁNICO

Caminos *et al.* (1993) describieron estructuras gondwánicas que afectan al bloque de La Punilla. Se trata de dos pliegues de orientación noroeste y fallas paralelas a los ejes de estos pliegues, que afectan a los depósitos devónicos y carboníferos.

En el flanco occidental de las sierras de La Punilla y del Volcán se han reconocido estructuras plegadas con orientación similar. La edad de esta deformación puede situarse (Caminos *et al.*, 1993), como una de las manifestaciones más tempranas de la Orogenia Gondwánica. Se ha observado una discordancia angular entre los depósitos del Carbonífero superior e inferior en los nacimientos de la quebrada Descubrimiento Viejo y al norte de la quebrada Acerillos; también se la ha hallado al oeste y noroeste de Jagüé, en la provincia de La Rioja (Caminos *et al.*, 1990). Esta discordancia corresponde a un movimiento diastrófico intracarbonífero denominado por Fauqué y Limarino (1991) Fase Río Blanco. Se correlaciona con la Fase San Eduárdica, propuesta por Furque y Cuerda (1984), y con los movimientos intracarboníferos definidos por Polanski (1958).

La deformación que afecta a los depósitos neocarboníferos en el flanco occidental de la sierra de La Punilla fue atribuida por Caminos *et al.* (1993) a la Fase Sanrafaélica.

Las estructuras ligadas al Ciclo Gondwánico en la Cordillera Frontal se han desarrollado durante la etapa compresiva denominada Fase Sanrafaélica (Ramos, 1988). En las rocas de la Formación Agua Negra se han reconocido deformaciones y superfi-

cias de corrimientos generadas durante esta fase. Se destacan pliegues apretados con vergencia al este y al oeste, por debajo de una superficie de corrimiento, y pliegues anticlinales y sinclinales de gran amplitud por encima de esta. Estos plegamientos se examinan mejor al sur de la Hoja Malimán donde tienen mayor desarrollo los afloramientos del Carbonífero superior marino, depositados en una cuenca de retroarco (Ramos *et al.*, 1984).

### 3.3. EXTENSIÓN MESOZOICA

Una vez finalizado el Ciclo Orogénico Gondwánico se inició un período extensional (Malumian *et al.*, 1983; Uliana y Biddle, 1987, 1988) durante el cual se intruyeron las rocas ígneas neopaleozoicas del batolito de Colangüil.

El proceso extensional se manifiesta por un sistema de fallas normales de trazado rectilíneo agrupadas en bandas de dirección N-S, y algunas de dirección NO-SE como zonas de enlace o transferencia de las anteriores. Estas fallas están parcialmente invertidas por la compresión ándica. Aparecen muy verticales en superficie y generalmente hunden su labio occidental. Controlaron el depósito de los materiales pérmico-triásicos, los que presentan sus mínimos espesores en el sector oriental donde afloran rocas plutónicas neopaleozoicas y sedimentitas de la Formación Agua Negra. La migración del proceso extensional hacia el oeste se corrobora por el desplazamiento de los depocentros en esa misma dirección (Rodríguez Fernández *et al.*, 1996).

En el cordón de Colangüil se observan fallas normales de orientación N-S que afectan a sedimentitas carboníferas y vulcanitas del Grupo Choiyoi. Algunas de estas fallas normales se han invertido. Están expuestas en el camino al Valle del Cura por el portezuelo de Conconta. Esta dirección de fallamiento normal coincide con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos del batolito de Colangüil.

Fallas normales parcialmente invertidas y con desplazamiento de rumbo (sinestrales), con el labio occidental hundido, tienen importante desarrollo en la región comprendida por la Hoja. Se destaca la fractura que se extiende desde el límite con Chile en Veladero y Lama, pasando por los baños termales Los Despoblados hasta la quebrada Baños del Salado. El bloque norte, levantado, exhuma la serie volcánica pérmico-triásica y al sur, en el bloque hundido, afloran las vulcanitas terciarias afectadas por amplios pliegues anticlinales y sinclinales. Estas estructuras que constituyen fallas laterales a los

corrimientos ándicos tienen importancia por su relación con el origen de los depósitos metalíferos.

A la falla de Los Despoblados están vinculados los yacimientos de Lama y Veladero, así como las fuentes termales de Los Despoblados y El Gollete, los distritos metalíferos de El Salado en el cordón de Colangüil y emplazamientos de pórfidos e intrusivos terciarios.

En la localidad de Chinguillos se observa otra de estas fracturas que pone en contacto sedimentitas del Paleozoico inferior con rocas carboníferas. Este sistema de fallas subparalelas es visible en las imágenes satelitales. Algunas fracturas también tienen expresión en la geomorfología. Minera TEA (1969) señaló la existencia de fracturas NO-SE que afectan a los cuerpos intrusivos que integran el batolito de Colangüil: fallas de El Salado, Tres Quebradas, Los Puentes, Conconta y La Lagunita.

### 3.4. CICLO ÁNDICO

El Ciclo Orogénico Ándico comprende una etapa compresiva que se extiende desde el Cretácico superior hasta la actualidad (Ramos, 1988).

Nulló y Marín (1990) describieron la evolución tectónica cretácico superior-terciaria, caracterizada

por importantes corrimientos cuyas trazas tienen dirección N-S y vergencia predominante hacia el este. Definieron las fallas de La Coipa y del río Blanco que dividen a la Cordillera Frontal en tres sectores. Al oeste de la falla La Coipa los planos de corrimiento inclinan al oeste y la vergencia es hacia el este. La falla La Coipa, con inclinación al este y vergencia al oeste, produce el levantamiento de los cordones de La Ortiga y del Límite. Entre la falla La Coipa y el río Blanco se observa una secuencia de corrimientos con inclinación al este. La falla del río Blanco constituye el sobrecorrimiento principal, con su plano de inclinación al oeste y la vergencia al este. Superpone a las rocas graníticas paleozoicas sobre sedimentitas paleozoicas y terciarias de la Precordillera.

Marín y Nulló (1988) analizaron la evolución tectónica terciaria de una región de la Cordillera Frontal que comprende gran parte de la Hoja Malimán. En este trabajo se hace referencia a la síntesis de la evolución estructural al oeste de la región realizada por Moscoso y Mpodozis (1988). Según estos autores, la tectónica terciaria se desarrolló en tres grandes procesos que tuvieron lugar en el Cretácico inferior, en el Oligoceno - Mioceno inferior y en el Mioceno superior al Reciente. Nulló y Marín (1990)



**Figura 21.** Depósitos de brechas andesíticas de la Formación Las Trancas en el graben de extensión norte-sur al poniente del portezuelo de La Punilla.

asociaron la evolución tectónica terciaria a los dos últimos eventos. Posteriormente, Malizia *et al.* (1997 a y b ) determinaron la edad de la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura como eocena y por consiguiente la edad de la Formación Río de La Sal, paleocena. Estas unidades están relacionadas con el inicio de los movimientos ándicos (Formación Río de La Sal) y con la Fase Incaica (Formación Tobas Multicolores Valle del Cura)

Entre el Oligoceno y el Mioceno medio se desarrolló un arco volcánico activo calcoalcalino (Kay *et al.*, 1987, 1988; Nullo, 1988; Moscoso y Mpodozis, 1988; Ramos, 1988). Las facies subvolcánicas asociadas intruyeron rocas del Carbonífero y Pérmico de la cordillera de Colangüil (microgranodiorita Los Médanos 23,4 Ma). La serie volcánica correspondiente a esta etapa es la Formación Doña Ana. Durante el Mioceno superior se produjo una reactivación importante (Fase Quechua) que estuvo acompañada por una actividad volcánica de menor intensidad que las anteriores. Se originó el fallamiento inverso que afectó a la Formación Doña Ana. Esta actividad volcánica se manifiesta por la presencia de cuerpos subvolcánicos dacíticos y la acumulación de importantes volúmenes volcánicos y clásticos (formaciones Cerro de Las Tórtolas y La Ollita). En el límite

mioceno - plioceno se produjo un ascenso y engrosamiento cortical de la zona correspondiente a la fase principal del diastrofismo Quechua. Se formaron las fallas inversas longitudinales que afectan a la Formación Cerro de Las Tórtolas. La Formación La Ollita, con sus niveles de yeso y anhidrita, constituye la superficie de corrimiento más frecuente en la deformación comprendida entre la cordillera de La Ortiga y el cordón de Colangüil, en el río de La Sal y en la cordillera de San Guillermo. Se produjo la efusión de la Ignimbrita Vacas Heladas y continuó la depositación de sedimentos clásticos (Formación Los Bañitos).

Con posterioridad se desarrolló un pulso de reactivación tectónica que afectó a estos depósitos, correspondiente al diastrofismo Diaguita (Plioceno - Pleistoceno).

La deformación provocada por el Ciclo Ándico en la Precordillera corresponde al estilo de faja corrida y plegada, descrita por varios autores (Heim, 1952; Baldis y Chebli, 1969; Ortiz y Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982; Zambrano, 1985; von Gossen, 1992), que constituye una faja imbricada con rumbo N-S y vergencia hacia el este. Johnson *et al.* (1986), Jordan *et al.* (1988) y Beer y Jordan (1989), entre otros, interpretaron que la migración de la deformación es hacia el este.



**Figura 22.** Depósitos cuaternarios deformados, discordantes sobre la Formación La Ollita en el arroyo La Salitrosa.

La superficie del sobrecorrimiento más importante está ubicada en el borde oriental de la sierra de La Punilla (límite con la Hoja Villa Unión), mientras que en el flanco occidental de dicha sierra se localizan retrocorrimientos con vergencia al oeste que ponen en contacto la Formación Punilla con la Formación Malimán y las rocas carboníferas con las terciarias. Hacia el oeste de estos retrocorrimientos se ha desarrollado un graben de extensión N-S en donde se localizan depósitos volcanoclásticos de edad terciaria (Formación Las Trancas) (figura 21). El borde occidental de este graben está representado por una falla inversa que buza en alto ángulo al oeste o bien es vertical.

La actividad tectónica del Ciclo Ándico se extiende hasta el presente. Evidencias de neotectónica se han observado en la sierra de La Punilla, actividad termal relacionada con estructuras NO-SE y pliegues en depósitos cuaternarios conectados con las estructuras antes mencionadas en la localidad de Chinguillos y en el arroyo La Salitrosa (figura 22).

#### 4. GEOMORFOLOGÍA

El relieve de la región está configurado por las siguientes unidades morfoestructurales: al este la Precordillera (sierras de La Punilla y El Volcán), al oeste la Cordillera Frontal, y entre ambas la depresión intermontana, representada por el valle de Iglesia y las planicies de altura como los llanos de San Guillermo y los Médanos y el cauce del río Blanco.

La Precordillera está constituida por cordones de extensión norte - sur de hasta más de 4000 m de altitud, subparalelos, controlados por fallas regionales. Está integrada por rocas sedimentarias plegadas y falladas.

La Cordillera Frontal está compuesta por cordones montañosos con extensión norte - sur y alturas mayores a 5000 m, formados predominantemente por rocas volcánicas e ígneas: el cordón de Colangüil y las cordilleras de Zancarrón, La Ortiga, La Brea y San Guillermo, separadas por depresiones tectónicas: Valle del Cura y los ríos Blanco, Las Taguas y La Sal.

Los ríos forman parte de la cuenca hidrográfica del río Blanco comprendidos en la subcuenca de La Palca y San Guillermo. El río Blanco constituye el principal drenaje del sector norte y oeste del valle de Iglesia. Nace en el norte de la provincia de La Rioja. La subcuenca de La Palca está compuesta por los

ríos Las Taguas, Valle del Cura y La Sal. Aportan el mayor caudal al río Blanco.

La mayor parte del territorio de la Hoja abarca un relieve montañoso. Regairaz *et al.* (1987) describieron un dominio de relieves muy elevados con alturas superiores a los 5000 m, con primacía de morfología glacial o periglacial. Este dominio se extiende al oeste de la Hoja, en la Cordillera Frontal, mientras que en el sector oriental se desarrollan relieves de altura que superan los 3000 m (sierra de La Punilla con más de 4500 m). Estos autores reconocieron las siguientes unidades geomórficas:

a) *Ambiente montañoso*. Corresponde a los relieves elevados, muy prominentes, que constituyen cordones montañosos con alturas de hasta más de 6000 metros. A su vez, este ambiente se subdivide en regiones: la occidental (Cordillera Frontal) que penetra al oeste en el territorio chileno, mientras que su límite este lo compone el valle de Iglesia y su prolongación hacia el norte por el valle del río Blanco. Esta región está integrada por cordones montañosos de más de 5000 m cuya continuidad topográfica está interrumpida por portezuelos de 3500 a 4000 m sobre el nivel del mar. Las conexiones entre los distintos ambientes montañosos están representadas por zonas deprimidas de carácter tectónico. El desnivel entre los cordones montañosos y el valle es de 4000 metros. Entre el borde montañoso y el río hay más de 11 km de piedemonte. El rumbo de los valles de los sistemas fluviales presenta un notable control asociado a fracturas regionales de rumbos N-S (río Blanco, Valle del Cura, Las Taguas, La Sal) y fracturas de rumbo NO-SE (ríos San Guillermo, El Salado, Los Despoblados, etc.).

b) *Ambiente planizado*. Compuesto por pedimentos, valles y playas que son sectores de transición de altura intermedia a baja que constituyen el nexo entre dominios montañosos, en general tienen forma de fajas longitudinales. En estas depresiones se destacan los valles del río Blanco con sus terrazas y sus planicies aluviales y la planicie intermontana cubierta por médanos (llanos de Los Médanos, de Los Hoyos y de San Guillermo). Dentro de los ambientes montañosos existen subambientes intracordilleranos: valle y planicie aluvial del río Valle del Cura, del río de Las Taguas, del río de Los Despoblados y del río Blanco y los pedimentos asociados al río Valle del Cura.

Furque (1972) describió que a 3500 m aparecen depósitos conglomerádicos no consolidados que corresponden al nivel de los depósitos de los llanos de

San Guillermo. Esta cuenca, rellena con aportes de la Cordillera Frontal, se conserva parcialmente al oeste del río Blanco. La preservación de los llanos no guarda relación con la red elaborada en estos, en cuanto a extensión y profundidad de los valles, lo cual se interpreta como un ascenso rápido. Son escasos, por ejemplo, los afluentes del río San Guillermo.

## 5. HISTORIA GEOLÓGICA

Los depósitos más antiguos corresponden a pelitas y psamitas marinas ordovícicas a devónicas, con metamorfismo de bajo grado, que se han agrupado en la Formación Río Blanco (Furque, 1956, 1963) y en el Grupo Chinguillos (Furque y Baldis, 1973)

Los depósitos del Paleozoico inferior a medio fueron intensamente plegados y fallados en diversos sectores de la Precordillera, llevando a la formación de un elemento estructural positivo: la Protoprecordillera, así reconocida por Amos y Rolleri (1965) y Rolleri y Baldis (1967). Esta deformación es atribuida a la Fase Chánica del Ciclo Orogénico Famatiniano.

Durante el Neopaleozoico se desarrollaron cuencas que se rellenaron con depósitos correspondientes a ambientes mixtos, con alternancias de eventos transgresivos y regresivos.

El plegamiento de los depósitos del Devónico y Carbonífero temprano fue producto de un episodio diastrófico intracarbonífero (Fauqué y Limarino, 1991).

En el Carbonífero superior los depósitos fluviales y los sistemas deltaicos de la Precordillera engranaron con sedimentos costeros y marinos de la Cordillera Frontal. En este período se depositó la potente secuencia de la Formación Agua Negra en Cordillera Frontal, en una cuenca de retroarco (Ramos *et al.*, 1984). La marcada discordancia entre los depósitos de la Formación Agua Negra, de edad carbonífera a pérmica inferior, con los depósitos del Grupo Choiyoi representaría la Fase Orogénica Sanrafaélica (Ramos, 1988) del Ciclo Gondwánico. La Fase Sanrafaélica produjo el plegamiento de los depósitos neocarboníferos en la Precordillera Occidental (Caminos *et al.*, 1993). Como consecuencia de la Fase Sanrafaélica sucedió un importante engrosamiento cortical, inferido en territorio chileno del estudio de las rocas plutónicas del batolito de Elqui por Mpodozis y Kay (1990). Este engrosamiento fue verificado en el batolito de Colangüil por Llambías y

Sato (1990) y Sato y Llambías (1993). Para estos autores, los granitos pérmico-triásicos del batolito de Colangüil serían post orogénicos. La edad de la Fase Sanrafaélica, para los mismos autores, es de 268 a 272 Ma, mientras que para Mpodozis y Kay (1990) sería de alrededor de 250 Ma.

Según Rodríguez Fernández *et al.* (1996), una vez finalizado el ciclo extensional del Ciclo Orogénico Gondwánico y como primera respuesta al engrosamiento cortical producido, dio comienzo un importante período extensional (Malumián *et al.*, 1983; Uliana y Biddle, 1987, 1988), durante el que se intruyeron las rocas ígneas neopaleozoicas del batolito de Colangüil. Posteriormente, coincidiendo con el comienzo de una nueva subducción en el margen Pacífico (Rapalini, 1989), este proceso se aceleró dando lugar a un *rifting* que se prolongó hasta el Jurásico inferior y que tuvo su mayor expresión en el Triásico (Ramos y Kay, 1991; Ramos, 1992).

Durante el resto del Jurásico y el Cretácico inferior, el proceso distensivo se atenuó y aparecieron los primeros depósitos marinos potentes, ligados a una cuenca de intraarco y retroarco (Uyeda, 1983; Ramos, 1988; Mpodozis y Ramos, 1990). El área de depósito, así como el depocentro de los materiales mesozoicos, se fue desplazando hacia el oeste (Cordillera Principal), condicionado por la migración en el mismo sentido del proceso extensional (Uliana y Biddle, 1988), lo que determinó la ausencia en la Cordillera Frontal de depósitos mesozoicos posteriores al Triásico.

A partir del Cretácico superior se inició el engrosamiento de la corteza en la Cordillera de los Andes, como consecuencia de la etapa compresiva del Ciclo Ándico. Se desarrolló una cuenca de antepaís en la parte más occidental de la cordillera, en territorio chileno (Legarreta y Uliana, 1991), que se relleno con aportes del oeste. El frente orogénico migró hacia el antepaís durante el resto del Cenozoico (Polanski, 1964).

Según Malizia *et al.* (1997 a y b), durante el Paleoceno se formó una estrecha cuenca sedimentaria en la que se depositaron sedimentos fluviales con intercalaciones de vulcanitas que evidencian un vulcanismo activo (Formación Río de la Sal). Estos depósitos se corresponden con el inicio del Ciclo Orogénico Ándico. Luego del ascenso y la generación de una nueva cuenca se depositó una secuencia epiclástica - piroclástica (Formación Tobas Multicolores Valle del Cura).

La Formación Doña Ana (Oligoceno - Mioceno inferior) está integrada por andesitas, dacitas y riolitas

producto de un arco magmático ubicado principalmente en territorio chileno. En el sector de la Precordillera, fuera de la zona de trabajo, se depositaron las sedimentitas inferiores del Grupo Iglesia (Lomas del Campanario), como consecuencia de erupciones volcánicas localizadas en sectores próximos al valle de Iglesia. Las vulcanitas de la Formación Doña Ana fueron basculadas y falladas en sentido inverso (Fase Pehuénchica). Existe una discordancia angular entre las vulcanitas referidas y las vulcanitas andesíticas que la sobreyacen (Formación Cerro de Las Tórtolas).

Entre las rocas de la Formación Cerro de Las Tórtolas y la Ignimbrita Vacas heladas existe una discordancia angular producto de la Fase Quechua (Tercer Movimiento del Ciclo Orogénico Ándico).

Como consecuencia del Ciclo Orogénico Ándico se invirtió el fallamiento directo de la etapa extensional mesozoica y se produjo un acortamiento de alrededor de 8 % en la Cordillera Frontal (Rodríguez Fernández *et al.*, 1996) y la estructura imbricada en la Precordillera, en donde ocurrió un acortamiento de 5 % (von Gosen, 1992).

Los rasgos principales de la actual morfología del Valle del Cura ya fueron delineados en el Plioceno superior (Malizia *et al.*, 1997 a y b), con el depósito de los sedimentos rojos de la Formación Los Bañitos. La glaciación pleistocena está representada por morenas en el Valle del Cura y en los principales ríos que drenan desde las altas cumbres.

Evidencias de neotectónica se registran en depósitos cuaternarios recientes relacionados con las fallas de Los Despoblados, de Chinguillos y las longitudinales situadas en el flanco occidental de las sierras de Volcán y de La Punilla.

## 6. RECURSOS MINERALES

La región más importante por su potencialidad en ocurrencias de minerales metalíferos en la Hoja Malimán es el área del Valle del Cura. En los últimos años se han realizado trabajos de exploración que han logrado definir dos proyectos importantes: Veladero Norte y Lama. Sin embargo, existen numerosas áreas de alteración hidrotermal con indicios de mineralización epitermal aurífera, asociada a Ag y/o Cu, que están en etapas de exploración: Jagüelito, Zancarrón, Río Frío, Cerro El Toro, Los Amarillos, La Ortiga, Los Despoblados, Veladero Sur, El Soberado. La mineralización epitermal del Valle del Cura está vinculada al vulcanis-

mo terciario (Mioceno) y hospedada en las formaciones Doña Ana y Cerro de Las Tórtolas.

En el faldeo oriental del cordón de Colangüil se localizan dos distritos históricos. Uno es el yacimiento vetiforme de plata El Salado, con antecedentes en la época de la colonia y otro es el depósito polimetálico El Fierro de (Pb, Ag, Zn, Au, Cu). En las cercanías de las vetas de El Salado existe un pórfido cuprífero denominado Vicuñitas, mientras que al norte del mencionado distrito hay cuerpos vetiformes de cuarzo aurífero alojados en granitos, la mina Las Opeñas. En la quebrada de Leonardo hay vetas de magnetita (mina María Teresa o Leonardo). También hay manifestaciones de scheelita asociadas a los granitos que no revisten importancia económica. Las vetas de las minas La Lagunita y La Verde, del Distrito El Fierro (El Fierro Alto) están hospedadas en vulcanitas terciarias.

El pórfido cuprífero Vicuñitas está relacionado con rocas subvolcánicas miocenas, mientras que el resto de los cuerpos metalíferos están emplazados en sedimentitas carboníferas e intrusivos pérmico-triásicos.

En la Precordillera se destaca una manifestación epitermal de antimonio, asociada a vetas de baritina, que se encuentra en Chinguillos (minas Difunta Correa, La Reforma y La Poderosa) y fue objeto de tareas de exploración en la década del 70 mediante la ley de Promoción Minera. También se menciona la existencia de manifestaciones de arsénico en la Junta de San Guillermo, que se hospedan en rocas sedimentarias paleozoicas.

En el área de la Hoja Malimán se hallan escasos depósitos de minerales industriales. En la Precordillera hay un yacimiento de bentonita en las Chiguas (Don Juan y Siete Hermanos), relacionado con rocas volcánicas terciarias, que han sido objeto de explotaciones esporádicas. En el cerro El Alumbre (Jagüelito, Valle del Cura) hay cuerpos de azufre y manifestaciones de sulfato de aluminio. Importantes yacimientos de yeso se extienden en la margen izquierda del río Valle del Cura y en el arroyo La Salitrosa, alojados en la Formación La Ollita del Mioceno. También se mencionan depósitos de alumbre en la quebrada Alcaparrosa, afluente del río Blanco.

### 6.1. DEPÓSITOS DE MINERALES METALÍFEROS

#### Antimonio

El único depósito de antimonio en la Hoja es el distrito Chinguillos, que está integrado por las minas

Reforma y Poderosa ubicadas en la margen derecha del río Blanco, y por la mina Difunta Correa en la margen izquierda del mismo río. Las minas se localizan cercanas al paraje Chinguillos (29° 41' 00'' S - 69° 08' 00'' O) a 25 km al norte de Malimán.

En 1972 se extrajeron 350 toneladas de minerales de la mina Difunta Correa (PROMINA S.R.L). Lavandaio (1973) realizó reconocimientos expeditivos de tipo geológico-mineros en esta zona.

Los cuerpos mineralizados consisten en pequeños bolsones y cuerpos lenticulares de origen hidrotermal (epitermal) relacionados con fracturas de rumbo NS/70°O; N55°O/67°N y EO/subvertical, asociadas a un pliegue de rumbo N 20° E.

En las minas Reforma y La Poderosa aflora un cuerpo intrusivo alterado, con una potencia que oscila entre 0,70 y 2,00 m y una longitud de hasta 10 metros, que está relacionado con la mineralización.. Los cuerpos mineralizados están alojados en pelitas paleozoicas y en la zona de contacto con el intrusivo.

La mineralización está representada por antimonita, pirita y arsenopirita, mientras que la ganga es de cuarzo y limonitas amarillas y castañas.

Los análisis de dos muestras de escombrera obtenidas por Lavandaio (1973), revelaron la presencia de 580 y 520 ppm de Sb y 3 y 11 ppm de Hg.

## **Cobre (Oro)**

### Vicuñita (El Salado)

Vicuñita es un pórfido cuprífero localizado a pocos kilómetros al oeste del distrito vetiforme El Salado. Sus coordenadas son 29°49'55'' S y 69°25'28'' O. Es un cuerpo alargado de orientación N 75° E, de 2,5 km de largo y 1,2 km de ancho. Presenta mineralización porfírica rica en oro. Se observa zonación de la alteración, al centro se localiza alteración potásica con magnetita, en la parte intermedia hay potásica con hematita y hacia afuera la cuarzo-sericítica.

Este depósito fue explorado por la Empresa BEMA en 1994. Las leyes obtenidas fueron de 0,85 a 2,16 % para Cu, con 0,24 a 0,37 % de Au.

JICA - MMAJ (1999) realizó diversos análisis de muestras que dieron los siguientes valores: 5 a 201 ppm de Mo, 15 a 1530 ppb de Au y 18 a 7820 ppm de Cu.

De acuerdo con las observaciones en el terreno, no se ha evidenciado la existencia de niveles de enriquecimiento secundario. La mineralización está

diseminada en un pórfido dacítico de edad terciaria (13,3 Ma) (JICA – MMAJ, 1999), intruido en el Granito Los Puentes de Pérmico superior.

### El Áspero

La mina El Áspero se localiza en el arroyo Colangüil, a 1,5 km del campamento denominado Las Aguaditas, situado en la misma quebrada. Se trata de un cuerpo silicificado de rumbo norte-sur y buzamiento al oeste. Tiene una extensión de 150 m y una potencia de 1,5 metros.

La mineralización es de galena, anglesita, carbonatos de cobre, crisocola y oxidados de Fe. Se han desarrollado algunas labores sobreveta, chiflones y destapes. Cardó (1993) obtuvo leyes de Cu de 2 a 3,5 %, 1 % de Zn y 0,1 % de Pb.

Existen, además, otras manifestaciones próximas a este cuerpo, en la denominada Vega de Potrerito, que consisten en brechas de cuarzo y brechas con décimas de ppm de Au y hasta 1 % de Cu.

## **Hierro**

### María Teresa

La mina María Teresa consiste en tres vetas de tipo hidrotermal (hipotermal) con magnetita. Está ubicada en el faldeo oriental del cordón de Colangüil, en la quebrada El Potrerito. Sus coordenadas son 29°45'00'' S y 69°20'00'' O.

Estos depósitos han sido estudiados por I.A.T.A.S.A. (1972) y posteriormente por Rojo (1979). Las vetas se denominan El Potrerito, El Picado y El Peñón. Tienen espesores de 0,50 a 2,40 m y extensiones de más de 200 m en total. Son vetas paralelas, de rumbo N 65°- 80° E/ subverticales, que están emplazadas en el Granito Las Opeñas, del Pérmico superior. La mineralización consiste en magnetita con guías de cuarzo de varios centímetros. Muestras obtenidas por I.A.T.A.S.A. (1972) dieron leyes de 24 a 61 % de Fe.

## **Oro (plata)**

### Las Opeñas

La mina Las Opeñas (o distrito El Rayado) está localizada en la quebrada Las Opeñas, en el faldeo oriental del cordón de Colangüil, a 20 km del yacimiento El Salado. Son sus coordenadas 29°47'03'' S y 69°20'47'' O, a 3200 m de altura.

Es un yacimiento mesotermal vetiforme. La veta principal, emplazada en la margen derecha del arroyo Las Opeñas, tiene forma de arco. De oeste a este su rumbo es N 60° E; N 80° E; E-O y N 55° O. Tiene 300 m de extensión y menos de 0,6 m de espesor. Está alojada en un granito de grano grueso que contiene biotita y muscovita (Granito Las Opeñas). Existen otras vetas en la margen izquierda del arroyo Las Opeñas (veta Miranda).

Se han efectuado labores a cielo abierto producto de explotaciones esporádicas. La mineralización está constituida por limonitas y cuarzo como ganga y oro libre en la mena oxidada. La mineralización primaria está compuesta por piritita, arsenopiritita, calcopiritita, galena y blenda. Otros minerales presentes son baritina, jarosita, escorodita, malaquita y óxido de manganeso.

Las leyes en la zona oxidada son de 8,9 a 18,6 g/t Au y 19,3 a 280 g/t Ag (Cardó, 1993). Los valores obtenidos por JICA – MMAJ (1998), alcanzan hasta 38,7 g/t Au y 465 g/t Ag. Según este mismo informe, estas vetas podrían constituir un pequeño proyecto rentable.

#### Las Aguaditas

Ubicada en los llanos del Molle, sus coordenadas son 29°46'01" S y 69°13'46" O, a 3200 m de altura y a unos 35 km de Malimán.

Es un yacimiento hidrotermal constituido por fajas de turmalina con cuarzo y brechas. Estas fajas están orientadas N 60° a 80° O (paralelas a las diaclasas de un afloramiento de dioritas de edad terciaria). Las fajas tienen de 200 a 300 m de largo en forma continuada y de 50 a 100 m de ancho. Contienen venillas de cuarzo de menos de 5 cm de espesor. Las brechas tienen 8 m de potencia. Las dioritas mencionadas están intruidas en sedimentitas metamorfizadas de la Formación Agua Negra (Carbonífero superior).

La mineralización está constituida por sulfuros y cuarzo. Estas manifestaciones minerales han sido objeto de exploración por parte de la Empresa BEMA en 1994. Las leyes son de 20 ppb a 1 g/t de Au. Las venillas de cuarzo contienen hasta 3,67 g/t y 22 g/t de Ag, y valores desde 1 ppm hasta 30 ppm de Mo y 1 ppm a 340 ppm de Cu (JICA – MMAJ, 1998).

#### La Punilla

El distrito La Punilla está enclavado en el faldeo oriental de las sierras del Volcán y de La Punilla.

Comprende una serie de vetas angostas de cuarzo aurífero distribuidas en dos grupos: el grupo de vetas sur se conoce también como Las Aguaditas y el grupo norte se denomina La Cortadera. Las Aguaditas a su vez abarca varias minas: San Agustín, La Despreciada, La Purísima, Inca de Oro, Chigua A, B, C, D, E, F, G, H, I y J. Las coordenadas del distrito son 29°42'00" S y 69°01'00" O, y dista 41 km de Angualasto y 261 km de San Juan. Estos depósitos han sido estudiados por Bellio y Kittl (1947); Petrelli (1986); Rojo (1992) y Cardó (1993).

Es un yacimiento mesotermal constituido por vetas angostas de cuarzo de forma lenticular escalonadas, subconcordantes con sedimentitas del Devónico (Formación Punilla). Tienen una extensión discontinua de 50 a 300 m y potencias de 0,6 m de promedio, los rumbos principales son 165°/45° O; 15°/70° O y 140°/50° O. Las guías de cuarzo tienen de 5 a 20 cm de espesor, mientras que la estructura mineralizada tiene hasta 1,5 m de potencia. Ha sido explotada mediante chiflones y galerías.

La mineralización está formada por calcopiritita, galena, malaquita, azurita, tetraedrita y piritita. Las leyes varían de 1 a 50 g/t Au y 200 g/t Ag. Rojo (1992) obtuvo 38.520 t en la zona de oxidación, con leyes promedio de 13,6 g/t Au y 69,5 g/t Ag y 57.780 t en la zona primaria, con leyes promedio de 3,4 g/t Au y 139 g/t Ag.

#### Oro (plata, cobre)

##### Valle del Cura

Esta es una extensa región en donde se localizan numerosas zonas de alteración y depósitos de oro epitermal asociado a plata y cobre. Estas mineralizaciones están relacionadas con el vulcanismo terciario.

Las actividades de prospección y exploración en el Valle del Cura fueron iniciadas por la compañía Minera Aguilar S.A., que desarrolló el proyecto Lama a fines de la década del 70. Las tareas incluyeron la construcción de un camino de acceso por el paso de Conconta. Posteriormente, esta misma empresa realizó muestreos y reconocimientos en la zona de El Soberado.

Los primeros trabajos de prospección en esta zona, realizados por la Secretaría de Minería de la Nación (Plan San Juan), se remontan a la década del 80. En 1984 se limitaron áreas de reserva como resultado de una prospección regional realizada por Petrelli y Rojo desde 1980. Las áreas de reserva

fueron las siguientes: Del Carmen (Hoja Rodeo), Jagüelito, Los Amarillos, Los Despoblados, La Ortiga y Veladero. Luego, el Plan San Juan realizó trabajos de muestreo en Los Amarillos (1984 a 1986), muestreos, geofísica y trincheras en Jagüelito (Petrelli, 1985; Marcos, 1987); Veladero (Cardó y Martos, 1987, 1988 a y b).

El yacimiento El Zancarrón fue descubierto a principios de la década del 80. Diversas empresas privadas desarrollaron tareas exploratorias en la zona hasta la actualidad. La zona de Río Frío fue explorada más recientemente (1988 en adelante).

Las áreas de reserva provinciales mencionadas anteriormente fueron otorgadas mediante licitación pública a la actividad privada. Varias empresas efectuaron tareas exploratorias en estas áreas (Argentina Gold S.A, Barrick S.A, Peñoles, etc.). A la fecha existen dos proyectos importantes con un mayor grado de definición: Veladero Norte y Lama. La Empresa Sonoma exploró el yacimiento denominado Cerro El Toro (1996 - 1997).

En 1997 y 1998 se realizó un trabajo de prospección mediante la utilización de imágenes satelitales, a través de un convenio entre el Gobierno de Japón y el Gobierno Argentino (SEGEMAR).

A continuación se describen los principales depósitos de la región del Valle del Cura.

#### Cerro El Toro

Este yacimiento también se conoce como Río de La Sal. Está ubicado en la confluencia de los ríos La Sal y Las Taguas, próximo al cerro El Toro (figura 23). Sus coordenadas son  $29^{\circ}12'09,6''\text{S}$  y  $69^{\circ}42'54,3''\text{O}$ , y una altura sobre el nivel del mar de 3770 metros.

Es un yacimiento hidrotermal, polimetálico. La mineralización está relacionada con intrusivos dacíticos de posible edad terciaria. Estos cuerpos dacíticos intruyen a la Formación Tobas Multicolores Valle del Cura. El yacimiento ha sido explorado por la actividad privada en el año 1996.

#### Despoblados

Es una zona de alteración próxima a los Baños de Los Despoblados, en las cabeceras del arroyo homónimo. Las coordenadas son  $29^{\circ}27'00''\text{S}$  y  $69^{\circ}52'00''\text{O}$ .

La zona de alteración tiene 3 km por 3 km y esencialmente es cuarzo-sericítica y caolinítica.



**Figura 23.** Zona de alteración en la confluencia de los ríos de La Sal y Las Taguas.

Se ha detectado la presencia de pirita, venillas de cuarzo de hasta 8 cm de espesor y venillas con jarosita con registros de 14 ppm de Au y de 1 ppm de Ag (JICA –MMAJ, 1999). La alteración afecta a riolitas, dacitas y piroclastitas que constituyen la Formación Doña Ana (Oligoceno-Mioceno).

Esta zona de alteración ha sido explorada mediante muestreos, geofísica, trincheras y sondeos por la Empresa Peñoles S.A. en 1997.

#### El Soberado

Comprende una zona de alteración localizada en las cabeceras del arroyo Los Tambillos. Se encuentra a 4200 m de altura y sus coordenadas son 29°09'00''S y 69°53'00''O. La alteración se encuentra en rocas volcánicas de la Formación Doña Ana intruidas por dacitas. La mineralización consiste en venillas de cuarzo, alunita, baritina y enargita. Fue explorada por Minera Aguilar en la década del 80.

#### Jagüelito

Esta zona se localiza en el faldeo occidental del cordón de Colangüil, próximo al cerro del Alumbre, entre las quebradas El Águila y La Flor, afluentes del río Valle del Cura.

El área principal de alteración cubre 650 ha, en la que se destaca la de caolinización. La zona de alteración se encuentra en andesitas, brechas e ignimbritas de edad terciaria que sobreyacen en discordancia sobre sedimentitas carboníferas levemente metamorfozadas.

Es un depósito de oro epitermal de alta sulfuración (HS). El rumbo de las venas principales es NO-SE y NS. El área de exploración posee 1,5 km y 2 km de diámetro, distribuidos en la ladera oeste del cerro del Alumbre y en el cerro Jagüelito, respectivamente.

Actualmente constituye un proyecto de exploración llevado a cabo por la empresa Peñoles S.A.

#### Lama

Este depósito está localizado en el arroyo Río Turbio, en el límite con Chile. Es la prolongación del yacimiento chileno denominado Pascua (figura 24).

Fue explorado por Minera Aguilar desde fines de la década del 70. Actualmente es uno de los pro-

yectos más importantes de la región del Valle del Cura, cuya exploración continúa realizando la empresa Barrick S.A. Sus coordenadas son 29°19'45''S y 69°58'46''O y la altitud 4300 metros. Es un depósito hidrotermal de alta sulfuración (HS).

La alteración está alojada en rocas volcánicas correspondientes a la Formación Doña Ana del Oligoceno-Mioceno. Los afloramientos permiten determinar una sección vertical del sistema hidrotermal de más de 1500 m de longitud, en la que se observa la transición de un fondo rico en pirrotina y pirita, una parte intermedia de cuarzo, caolín y pirita y una parte superior de alunitas. La zona de alteración posee 5 km (E-O) y 2,5 km (N-S).

Según datos proporcionados por la empresa, el yacimiento cuenta con 17 millones de onzas de Au y 800 millones de onzas de Ag de reservas (marzo de 2000).

#### La Ortiga

Esta zona de alteración está ubicada en la margen derecha del río de Las Taguas, en el borde occidental de la cordillera de la Ortiga. Sus coordenadas son 29°15'00''S y 69°48'00''O.

Es un depósito de oro epitermal vetiforme. Posee una pequeña zona de alteración ácida (alunita) y una zona de alteración intermedia (cuarzo sericita). Los cuerpos mineralizados se encuentran en esta última. Se destacan cuerpos de brechas y silicificación. El área de alteración fue explorada mediante un estudio geoquímico regional en 1996-1997 por la empresa Solitario Argentino y posteriormente por Barrick SA. Las dimensiones del yacimiento son 5 km (N-S) y 2 km (E-O).

#### Los Amarillos

Está emplazada en las cabeceras del arroyo los Amarillos, en el límite con Chile, al norte del proyecto Lama, sus coordenadas son 29°16'52''S y 69°58'15''O, a 4600 m de altura. La roca de caja son las andesitas y brechas de la Formación Doña Ana y/o del Grupo Choiyoi. Las dimensiones de la zona alterada son de 1km por 2 km.

#### Río Frío

Está ubicado en las cabeceras del arroyo Río Frío, en el límite con Chile, y sus coordenadas son 29°49'S y 69°35'O, y a 4600 a 4800 m de altura.



**Figura 24.** Vista de la zona de alteración hidrotermal del proyecto Lama.

Es una zona de alteración con perspectivas de mineralización aurífera epitermal de alta sulfuración (HS). El área se extiende alrededor de 7 km de largo. La mineralización está asociada a brechas con alteración hidrotermal de edad terciaria, localizadas en una zona con lineamientos tectónicos de dirección NO-SE, con una silicificación intensiva acompañada de limonitas. La alteración se completa con sericita, sericita - esmectita, alunita - cuarzo - calcedonia, yeso y limonita. La roca limonitizada contiene 9,900 g/t Au, 5,6 g/t Ag y 6150 ppm As (JICA - MMAJ, 1999). Las rocas alteradas son andesitas y piroclastitas terciarias. Pórfidos dacíticos (13,5 Ma) intruyen a las vulcanitas descriptas. La empresa Río Frío prospectó el área en 1990-1991.

#### Veladero

El área de Veladero comprende varias áreas de alteración, entre las que se destacan a) Veladero Norte, b) Veladero Sur y c) Guanaco Zonzo.

##### a) Veladero Norte

Veladero Norte está situado al oeste de la confluencia de los arroyos Los Despoblados y Las Taguas. Las coordenadas del campamento son 29°24'40''S y 69°53'44''O, y las altitudes varían entre 4000 y 4500 metros.

La alteración se localiza en rocas volcánicas de la Formación Doña Ana. Este proyecto fue desarrollado por la empresa Minera Argentina Gold S.A. Comprende varios blancos de mineralización de oro epitermal: Brecha Agostina (200 m de diámetro con 100.000 onzas de Au y 2.000.000 onzas Ag) (figura 25), Filo Federico (350 m por 1100 m, con reservas de 2.000.000 onzas Au y 70.000.000 onzas Ag), Cerro Pelado (1000 m de diámetro), Amable (500 m por 200 m) y Noroeste (400.000 onzas Au y 5.000.000 onzas Ag).

La mineralización está constituida por sílice *buggy* y alunita. Las leyes en la Brecha Agostina son 3,31 g/t Au y 46,4 g/t Ag. La edad de la mineralización en esta brecha es de 13,7 Ma.

##### b) Veladero Sur

La zona de alteración de Veladero Sur está ubicada al sur de la confluencia de los arroyos Veladero y Las Taguas, sus coordenadas son 29°25'25''S y 69°54'12''O, a una altitud de 4000 metros. Fue explorada por la Secretaría de Minería en los años 1987-1988. Se seleccionaron varios sectores de interés: Mula Tuerta, vetas de cuarzo con escasos sulfuros; El Tucu, sectores de brechas con hasta 3,00 g/t Au, sector Mendy, vetas y sectores silicificados, presencia de sulfuros y leyes de hasta 2 g/t de Au, Sandra y otros.



**Figura 25.** Zona de alteración Veladero Norte. Vista de la brecha Agostina.

En toda la parte alterada es profusa la piritización. En la zona norte, en la confluencia de los arroyos Veladero y Taguas, se ha observado presencia de sulfuros y baritina; sectores con silicificación, alunitización y caolinización (JICA - MMAJ, 1999). Las rocas de caja son las vulcanitas terciarias.

Desde 1996 a 1998 fue explorada por Argentina Gold. Norwest Mines Services, en 1998, obtuvo un máximo de 0,52 g/t sobre 4 muestras. Detectaron, además, anomalías de Se y Bi (2 a 5 ppm).

#### c) Guanaco Zonzo

Es una zona central en el área Veladero. Las coordenadas son 29°25'00''S y 69°55'00''O, a una altura de 4000 metros.

La zona alterada comprende a ignimbritas de la Formación Doña Ana, con silicificación en la matriz. Las leyes de oro obtenidas por Argentina Gold S.A. en sondeos, son de decenas de ppb. Análisis efectuados por JICA- MMAJ (1999) arrojaron los siguientes valores: 40 a 60 ppb Au, 60 a 245 ppm Ag,

10 a 304 ppm Sb, 108 a 1000 ppm Bi, 1910 a 2820 ppm Ba, 3 a 26 ppm Hg, 106 a 202 ppm Pb y 316 ppm As.

#### Zancarrón (Chezanco)

Está ubicado en las cabeceras del arroyo Zancarrón, en las proximidades del hito del mismo nombre. La zona de alteración se extiende a ambos lados del límite internacional. Pequeñas labores se realizaron a mediados de la década del 80 y posteriormente (1995-1997) fueron exploradas por Chezanco (Río Frío).

La exploración consistió en trincheras, perforaciones y galerías. Las coordenadas de este yacimiento son 29°37'05''S y 69°56'04''O, a 4200 m de altura. La mineralización se aloja en ignimbritas andesíticas de la Formación Doña Ana. Es un yacimiento de oro epitermal de alta sulfuración (HS). La alteración se caracteriza por sílice - alunita asociada a caolín. En las partes altas hay mineralización de sílice y arsenopirita. Las venas de cuarzo que contienen enargita tienen altas concentraciones de cobre - arsénico - oro - plata, 6,38 y 8,68 ppm Au, 149 y 40,8 ppm Ag, 4,12 % Cu y 1,64 % Cu, 874 ppm Sb, 1 % As, 7 ppm Hg.

Como resultado de los estudios de exploración mencionados se han cubicado 2.000.000 t con 4 g/t Au de promedio.

Además de los sectores de interés referidos anteriormente, existen otras zonas tales como Tórtolas, Vacas Heladas, Los Bañitos y La Deidad, que no han sido exploradas con la misma intensidad.

#### Plata (plomo, plata, cinc, oro)

##### El Salado

El Salado está situado en el arroyo homónimo, en el faldeo oriental de la cordillera de Colangüil, a 40 km al NO de la población de Malimán de Abajo. Sus coordenadas son 29°49'17''S y 69°23'57''S, a 3300 m de altura. El distrito fue estudiado por Angelelli (1938), Verdenelli (1975) y García (1982). Las minas son conocidas desde antes del siglo XX.

Los cuerpos mineralizados son vetas alojadas en el Granito Los Puentes de 257 Ma (Sato *et al.*, 1990) y en contacto con diques monzodioríticos alterados localizados en ambos márgenes del arroyo El Salado. El depósito es mesotermal polimetálico, con altas leyes de plata en la zona de enriquecimiento.

Cuadro-Resumen de Indicios y ocurrencias minerales de la Hoja 2969-III, Malimán.

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y						
1	Au - Ag	El Soberado	Valle del Cura	S 29° 09' 30"	O 69° 52' 00"	1: 100.000 2969 - 20	Andesitas y Dacitas	Fm. Doña Ana	Oligoceno-Mioceno	Q, Alu, Ba, En.	
2	Au - Ag	Los Amarillos	Valle del Cura	S 29° 16' 52"	O 69° 58' 15"	2969 - 20	Andesita	Fm. Doña Ana	Oligoceno-Mioceno	Q, Lim	Trincheras
3	Au - Ag	La Ortiga	Valle del Cura	S 29° 18' 00"	O 69° 50' 30"	2969 - 20	Vulcanitas	Gr. Choyoi	Pérmico-Triásico	Q, Lim	Sondeos
4	Au - Ag - Cu	Lama	Valle del Cura	S 29° 19' 45"	O 69° 58' 46"	2969 - 20	Andesitas	Fm. C° de Las Tórtolas	Mioceno	Pir, Py, Q, Kao, Alu,	Sondeos
5	Au (Ag)	Veladero Norte	Valle del Cura	S 29° 22' 47,3"	O 69° 57' 08"	2969 - 26	Dacita, riolita Andesita	Fm. C° de Las Tórtolas	Mioceno	Q, Cp, Py, Ga Lim, Alu, Au, Ag	Sondeos
6	Au - Ag	Guanaco Zonzo	Valle del Cura	S 29° 24' 51,4"	O 69° 55' 10,7"	2969 - 26	Ignimbritas Piroclásticas	Fm. Doña Ana	Oligoceno-Mioceno	Q, S, Alu, Au	Trincheras
7	Au (Ag)	Los Despoblados	Valle del Cura	S 29° 27' 00"	O 69° 52' 00"	2969 - 26	Riolitas, dacitas Andesitas	Fm. Doña Ana	Oligoceno-Mioceno	Q, Ser, Kao	Sondeos Trincheras
8	Au (Ag)	Veladero Sur	Valle del Cura	S 29° 31' 00"	O 69° 54' 12"	2969 - 26	Andesita	Fm. C° de Las Tórtolas	Mioceno	Q, Cp, Py, Ga Lim, Alu, Au, Ag	Trincheras
9	Au-Ag-Cu	Zancarrón Chezanco	Valle del Cura	S 29° 37' 5,1"	O 69° 56' 4,1"	2969 - 26	Ignimbritas Dacitas	Fm. Doña Ana	Oligoceno-Mioceno	Py, En, Alu, Ba, S Q, Hem, Au.	Sondeos
10	Au (Ag)	Río Frío	Valle del Cura	S 29° 49' 00"	O 69° 35' 00"	2969 - 32	Andesita Porfidos	Fm. C° de Las Tórtolas	Mioceno	Ser, Alu, Q, Cld, Gyp, Lim	Trincheras
11	Au-Cu-Ag-Zn	Proyecto Toro	Valle del Cura	S 29° 12' 09,6"	O 69° 42' 54,3"	2969 - 20	Psamitas	Fm. Tobas Multicolores Valle del Cura	Eoceno-Oligoceno	Ga, Cp, Py	Trincheras
12	Au-Ag	Jaguelito	Valle del Cura	S 29° 46' 20,2"	O 69° 36' 42,2"	2969 - 32	Riodacitas	Intrusivos miocenos	Mioceno	Lim, S, Py, Q, Alu,	Trincheras Sondeos

Cuadro-Resumen de Indicios y ocurrencias minerales de la Hoja 2969-III, Malimán.

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1: 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y						
13	Au-Ag	C' El Alumbre	Valle del Cura	S 29° 47' 52,3"	O 69° 38' 22,9"	2969 - 32	Pelitas y psamitas	Fm. Tobas Multicolores Valle del Cura	Eoceno-Oligoceno	Lim, S,Py,Q, Alu,	Sondeos Trincheras
14	S	Cerro Jaguelito	Valle del Cura	S 29° 50' 00"	O 69° 38' 30"	2969 - 32	Vulcanitas Andesita,tobas	Gr. Choiyoi Fm. Tobas Multicolores Valle del Cura	Pérmico-Tríasico Eoceno-Oligoceno	S	Trincheras y galerías (14m)
15	Sulfato de aluminio	Don Alberto Don Julio	Valle del Cura	S 29° 50' 00"	O 69° 38' 30"	2969 - 32	Tobas,	Fm. Tobas Multicolores Valle del Cura	Eoceno-Oligoceno	Pick, hal	Destapes
17	Pb- Ag -Zn -Cu	El Fierro Bajo	Iglesia	S 29° 26' 48,7"	O 69° 24' 55,5"	2969 - 27	Pelitas y psamitas. Vulcanitas.	Fm. Agua Negra Granito Los Puentes	Carbonífero-Pérmico	Ga, Bl,Tr,Cpy, Py,Plr.	Piques Galerías
16	Pb- Ag -Zn -Cu	El Fierro Alto	Iglesia	S 29° 26' 30"	O 69° 28' 48"	2969 - 27	Pelitas y psamitas. Vulcanitas.	Fm. Agua Negra	Carbonífero-Pérmico	Ag,Ga,Bl,Cer, Arg,Cp,Ml.	Piques Socavones
18	Au?	El Fierro (La Perreada)	Iglesia	S 29° 28' 00"	O 69° 28' 00"	2969 - 27	Vulcanitas Pelitas metam.	Gr. Choiyoi Fm. Agua Negra	Pérmico-Tríasico Carbonífero-Pérmico	Tur, Q, Lim	Destapes
19	Fe	Maria Teresa	Malimán	S 29° 45' 00"	O 69° 20' 00"	2969 - 33	Granito	Granito Las Opeñas	Pérmico	Mag,Q	Destapes
20	Au (Ag)	Las Opeñas	Malimán	S 29° 47' 03"	O 69° 20' 47"	2969 - 33	Granito	Granito Las Opeñas	Pérmico	Hem, Q, Py, Ars, Cp,Ga,Bl,Ml	Trincheras Rajos
21	Pb- Ag -Zn -Cu	El Salado	Malimán	S 29° 49' 16,9"	O 69° 23' 57,4"	2969 - 33	Pelitas y psamitas. Granito	Fm. Agua Negra Granito Los Puentes	Carbonífero Pérmico	Ga,Bl,Py,Bs, Cp,Gth.	Piques(3) Galerías(600m)
22	Cu - Au	Vicuñita	Malimán	S 29° 49' 35"	O 69° 25' 28"	2969 - 33	Pórfido Granito	Granito Los Puentes	Pérmico	Cp,Ml,Az,Mag Cris,Hem,	Trincheras Sondeos
23	Sulfato de aluminio	La Alumbierade San Guillermo	Valle del Cura	S 29° 23' 21"	O 69° 11' 23"	2969 - 27	Pelitas	Fm. Río Blanco	Ordovícico	Pick, hal	Destapes
24	Sb	Chingulillo Difunta Correa	Chingulillos	S 29° 41' 00"	O 69° 08' 00"	2969 - 33	Lutitas Wackes	Gr. Chingulillos Fm. PircaNegras	Devónico	Ars, Py,Alm,	Socavones
25	Au	Las Aguaditas	Llanos del Molle	S 29° 46' 01"	O 69° 13' 46"	2969 - 33	Pelitas y psamitas. Granodiorita	Fm. Agua Negra Intrusivos miocenos	Carbonífero-Pérmico Mioceno	Tur, Sulfuros,Q	Sondeos
26	Ben - Kao	La Chigüta	Malimán	S 29° 49' 22"	O 69° 06' 55"	2969 - 33	Andesitas	Fm. Las Trancas	Mioceno-Plioceno	Arc	Destapes
27	Au (Cu,Pb,As)	La Punilla La Despreciada	Malimán	S 29° 49' 30"	O 69° 01' 28"	2969 - 33	Granodiorita Pelitas,psamitas	Fm. Punilla	Devónico-Carbonífero inferior	Cp,Ga,Ml,Az Tr,Py	Galerías Chiflones

Abreviaturas: Ag: plata; Alm: almandino; Alu: alunita; Ang: anglesita; Arc: arcillas; Ars: arsenopirita; Au: oro; Az: azurita; Ba: baritina; Bl: blenda; Cer: cerussita; Cld: calcedonia; Cp: calcopirita; Cris: crisocola; En: enargita; Ga: galena; Gyp: yeso; Hal: halotrichita; Hem: ematita; Kao: caolinita; Lim: limonita; Mag: magnetita; Ml: malaquita; Py: pirita; Q: cuarzo; S: azufre; Ser: sericita; Tr: tetradrita; Tur: turmalina;

Las vetas integran las minas Desengaño, No me olvides, Ánimas, Cortada, Doña Rosa, San Pedro, Farellones y otras. Los cuerpos mineralizados consisten en dos vetas principales de rumbo N 30°E y buzamiento 85° O - 60° E y con de 1,5 a 2,5 metros. Las vetas tiene extensiones de 520 a 100 metros. La zona de oxidación se extiende hasta una profundidad de 200 m; en esta zona se destaca la presencia de limonitas, óxidos de manganeso y caolín.

La mineralización primaria es de galena, blenda, pirita, calcopirita, tetraedrita, plata nativa asociada a argentita y sulfosales de plata (estas últimas correspondientes a la zona de enriquecimiento). Como ganga hay baritina, siderita y cuarzo. Las leyes varían de 740 a 1500 g/t Ag, con valores bajos de Pb y Zn. Según JICA - MMAJ (1999) una de las muestras dio 45 ppb Au, 573 ppm Ag, 1050 ppm Cu, 15,45 % Pb y 5 % Zn

El laboreo comprende más de 500 m de galerías. Cuando se iniciaron los trabajos, el mineral se fundía en Malimán de Arriba o en Chilecito, posteriormente (1911) se instaló una planta en la mina, con una capacidad de 100 t/día (Angelelli, 1984).

## Plata, plomo, cinc

### DISTRITO EL FIERRO

Este distrito está integrado por dos grupos de vetas polimetálicas: El Fierro Bajo y El Fierro Alto, y cuerpos porfíricos alterados entre los que se destaca la zona de alteración La Perreada (o Cerrada).

#### El Fierro Bajo

El Fierro Bajo está ubicado en el faldeo oriental del cordón de Colangüil, en el arroyo El Fierro, a 110 km al NO de Rodeo. Sus coordenadas son 29°26'49''S y 69°24'55''S y la altitud de 3700 metros.

Este distrito ha sido explotado a fines del siglo XIX y en la década del 40 del siglo XX. Diversos estudios geológicos han sido realizados por Barrionuevo (1948), Monchablón (1957), Miolano (1973) y Borelli *et al.* (1974).

Las vetas están alojadas en sedimentitas metamorizadas del Carbonífero (Formación Agua Negra). Existen tres vetas principales con 800 m, 600 m y 150 m de corridas, la orientación en general es NO y buza 46° a 65° SO. Las potencias varían de 0,20 m a más de 7 m en la brecha mineralizada de la veta principal.

La mineralización en superficie consiste en

cerusita, anglesita, cuarzo, yeso, baritina, malaquita y azurita. La zona oxidada posee 30 m de profundidad. La mineralización hipogénica está representada por galena, pirita, calcopirita, arsenopirita, blenda, tetraedrita, sulfosales de plata, siderita manganífera, cuarzo, baritina y calcita. Las leyes históricas de este yacimiento son las siguientes: 20 a 37,9 % Pb y 1786 a 2794 g/t Ag (Barrionuevo, 1948).

Las labores realizadas en el yacimiento fueron trincheras, rajos, piques y piques achiflonados, y más de 30 labores de no más de 25 m de profundidad.

#### El Fierro Alto

Está constituido por varias vetas situadas en las cabeceras de los arroyos El Fierro, El Chileno y La Lagunita.

Las minas ubicadas en las cabeceras del arroyo El Fierro son Santa Rosa, La Estrella y La Cancha, y están emplazadas en sedimentitas carboníferas muy deformadas y con leve metamorfismo (Formación Agua Negra). Las coordenadas son 29°27'07''S y 69°28'48''O. Los cuerpos vetiformes tienen rumbo E-O y 70° N con un espesor de 0,60 m de promedio y una longitud de 500 m en forma discontinua. La mineralización es de galena argentífera, blenda, pirita, calcopirita, arsenopirita, bornita, cuarzo y baritina. La mina Santa Rosa cuenta con labores mineros efectuados en la época que fue explotada (años 1940 a 1942).

Las minas La Lagunita y La Verde están localizadas a 1 km al NO de la mina Santa Rosa, en las nacientes de los arroyos La Lagunita y El Chileno, respectivamente. Son vetas de rumbo N 70° O a E-O con buzamiento de 70° al N, con extensiones de 400 m (La Lagunita) y 130 m (La Verde). Los espesores varían entre 0,45 a 1 metro. Las leyes en estas minas son de 10 - 15 % Pb, 4 - 6 % Zn y 300 - 590 g/t Ag (Monchablón, 1960).

Las rocas de caja son vulcanitas terciarias correspondientes a la Formación Cerro de Las Tórtolas, intruidas por diques dioríticos. La mineralización consiste en galena, blenda, carbonatos de Cu, calcopirita, bornita, pirita, arsenopirita con ganga de cuarzo y baritina. El laboreo existente es de varios destapes, tres piques aterrados de hasta 7 m de profundidad y un chiflón.

#### La Perreada (zona de alteración El Fierro)

La zona de alteración denominada La Perreada se localiza en la quebrada homónima (en los mapas

figura como Cerrada), afluente del arroyo El Fierro. Sus coordenadas son 29°28'S y 69°28'O y está a 4400 m de altura. Es un área de 3 km de largo por 1 km de ancho. Tiene dirección NNE. Predomina la alteración arcillosa y la limonitización, también hay silicificación y sericitización. La piritización es intensa. La alteración afecta a rocas porfíricas intruidas en las sedimentitas carboníferas y se extienden también en la quebrada de Los Mogotes y El Chileno. Cardó (1993) obtuvo registros de 0,1 a 0,2 ppm de Au, 3 a 115 ppm de Cu y 17 a 87 ppm de Zn. Con posterioridad, la actividad privada realizó muestreos geoquímicos en el área.

## 6.2. DEPÓSITOS DE MINERALES INDUSTRIALES

### Azufre

#### Cerro El Jagüelito

En la margen derecha del río Valle del Cura, en el cerro El Alumbre o El Jagüelito, se localiza un yacimiento de azufre. Este depósito mineral fue estudiado por la Cooperativa de Geólogos e Ingenieros de Minas de San Juan (1954). Sus coordenadas son 29°47'47"S y 69°39'22,9"O y se encuentra a 4100 m de altitud.

Es un yacimiento epitermal que está asociado a la zona de alteración Jagüelito y a manifestaciones de sulfato de aluminio. Los cuerpos minerales constituyen impregnaciones y vetas lenticulares con potencias de 1,4 y 3 m, orientaciones NO-SE/35° E y NS/45° E, con leyes de 70 a 80 % de azufre. También existen brechas de 250 m de largo y 30 a 40 m de potencia, con nódulos de azufre de pocos milímetros a más de 2 cm de diámetro, con leyes de 25 a 30 % de azufre. El azufre es compacto, de color amarillo, verde claro y pardo claro. Las rocas de caja son las rocas piroclásticas y volcánicas terciarias y vulcanitas del Grupo Choiyoi, del Pérmico-Triásico).

En 1939 se realizaron labores de 14 m de longitud y se extrajeron 200 toneladas (Angelelli, 1984).

### Caolín (bentonitas)

#### Las Chiguas

En la margen izquierda del río Blanco, a 15 km al norte de Malimán, con coordenadas 29°49'22"S y 69°06'55"O y a 2000 m de altura, se

halla un yacimiento de arcillas (caolín y bentonitas) denominado Las Chiguas, que esta integrado por las minas Don Juan y Don Orlando. El depósito comprende unos 3000 m<sup>2</sup> de rocas alteradas con 250 m<sup>2</sup> de material de interés. Se trata de cuerpos irregulares producidos por la alteración hidrotermal vinculada con el emplazamiento de rocas volcánicas terciarias. Rodríguez Murillo (1976) calculó 42.500 t de reservas probables más posibles, con 13,9 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Sulfato de aluminio

#### Valle del Cura

En el cerro El Alumbre, en el Valle del Cura, se localizan depósitos de sulfato de aluminio (minas Don Alberto y Don Julio). Sus coordenadas son 29°38'00"S y 69°36'00"O. Están asociados a la mineralización de Jagüelito. Consisten en tres cuerpos de unos 200 m de largo por 100 m de ancho, por 0,5 m de potencia. Fueron estudiados por Angelelli (1942). Los minerales son pickeringita (blanco, puro) y halotrichita. Están alojados en rocas volcánicas del Grupo Choiyoi. La mineralización contiene 30,05 % de residuos insolubles, 7,52 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,94 % de MgO y 70 % de pickeringita. El citado autor ha calculado 10.000 t de reservas.

#### Alumbrera de San Guillermo

Existen referencias de manifestaciones de sulfato de aluminio en la quebrada Alcaparrosa, al norte de Chinguillos. Son conocidas como la Alumbrera de San Guillermo. Los cuerpos mineralizados son impregnaciones en las lutitas paleozoicas. Las coordenadas son 29°30'00"S y 69°10'30"O.

### Yeso

#### Valle del Cura

Importantes depósitos evaporíticos de yeso se extienden en la margen izquierda del río Valle del Cura, arroyo La Salitrosa o El Salado y más hacia el norte, en los ríos La Sal y la Vega Colgada. Los depósitos de yeso se intercalan entre lutitas y algunas capas volcánicas que corresponden a la Formación La Ollita de edad miocena inferior a media. Se relacionan en forma discordante con la serie volcánicas terciaria (Formaciones Río de La Sal y Tobas Mul-

ticolores Valle del Cura). Constituyen la superficie de despegue de cabalgamientos ándicos. Actualmente no revisten interés económico dada la dificultad del acceso.

## 7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Son numerosos los sitios representativos por su contenido petrográfico, minero, tectónico, geomorfológico y estratigráfico. De acuerdo con el interés, científico, económico, turístico y didáctico seleccionamos estos lugares.

### Arroyo de La Ortiga

Está ubicado en el Valle del Cura, en el sector noroeste de la Hoja. Se accede desde los llanos de Los Despoblados hacia el norte, por el camino que conduce hasta la confluencia del río de Las Taguas y el río de La Sal.

En el sitio se observa la estratigrafía de las formaciones Río de La Sal, Tobas Multicolores Valle del Cura y La Ollita.

Es alto su contenido estratigráfico, tectónico, petrológico y turístico.

### Veladero -Lama

Veladero y Pascua Lama son yacimientos de oro epitermal de alta sulfuración, alojados en rocas volcánicas del Mioceno medio, localizados en la Faja aurífera El Indio. Están localizados al noroeste de la Hoja, al norte de la confluencia del río de Las Taguas y el arroyo Los Despoblados y en las cabeceras del arroyo Turbio, en el límite con Chile, a 4300 m sobre el nivel del mar.

Actualmente, Veladero está en la etapa de explotación, mientras que el proyecto Pascua-Lama está en etapa de prefactibilidad.

Es alto su contenido minero, petrológico, tectónico, geoquímico y geomorfológico.

### Baños del Gollete

Está situado en el departamento Iglesia, en la margen derecha del río Blanco, al norte de la confluencia de éste con el arroyo Zancarrón.

Es un montículo de forma cónica, de color amarillo, constituido por seis manantiales con temperaturas de 53 a 59° C. El agua de estos manantiales ha sido clasificada como sulfatada, sódica-cálcica y clorurada sódica.

Es alto su contenido tectónico, hidrogeológico, termal, turístico y geomorfológico.

### Volcán cerro Las Tórtolas

Desde el portezuelo de Conconta, a 5000 m s.n.m. hacia el oeste, se observa un paisaje caracterizado por el predominio de rocas y estructuras volcánicas.

Sobresale en el paisaje el volcán Tórtolas, con un glaciar en el cráter. Hacia el norte se extienden las ignimbritas del volcán Vacas Heladas.

Es alto su contenido estratigráfico, mineralógico, petrológico, turístico y geomorfológico.

### Reserva de San Guillermo

Esta reserva está ubicada en el departamento Iglesia y ocupa el centro-oeste de la Hoja. Se accede por un camino para vehículos todo terreno que se desvía hacia el sur desde la ruta a Laguna Blanca (La Rioja), llegando al refugio minero La Brea, dentro de la Reserva Provincial San Guillermo.

El parque todavía no cuenta con vías de acceso adecuadas para automóviles comunes.

Desde el paraje Chinguillos se puede llegar en vehículos 4x4 o en mulares a través del río Blanco y luego por el río San Guillermo.

Esta reserva fue creada en 1998 para proteger la mayor población de vicuñas del país. Constituye la reserva de la biosfera San Guillermo, una categoría de manejo internacional administrada por el Proyecto El hombre y la biosfera (MAB), de las Naciones Unidas.

En la región se extienden importantes afloramientos de los granitoides del batolito de Colangüil (Granodiorita Tabaquitos y Granito Los Puentes).

Posee un alto contenido petrológico, flora, fauna, turístico y científico.

### Quebrada Larga

La quebrada Larga está situada en el sector nordeste de la Hoja, en el flanco occidental de la sierra de La Punilla.

Se accede desde el paraje Chinguillos hacia el norte hasta la Junta de La Placa y luego remontando el río Blanco.

En esta ella aflora la Formación Quebrada Larga, de edad carbonífera superior con abundante contenido fosilífero.

Posee un alto contenido estratigráfico, paleontológico y científico.

### **Paraje Chinguillos**

Ubicado en el sector suroeste de la Hoja, se accede al mismo desde Malimán bordeando el río Blanco. A partir de Chinguillos se llega a los llanos de Los Médanos y a las manifestaciones de antimonio.

Se destacan los afloramientos de rocas sedimentarias paleozoicas representativos de la Precordillera occidental

Alto contenido estratigráfico, tectónico, petrológico, minero, turístico y científico.

### **El Salado**

Está situado en el sureste de la Hoja, en el río Salado, flanco oriental del cordón de Colangüil. Se accede desde la localidad de Angualasto, por camino consolidado hacia Malimán, se remonta la quebrada del Molle y se arriba al arroyo El Salado.

La mina El Salado es un depósito vetiforme polimetálico, explotado a mediados del siglo XX, esencialmente por plata. En la actualidad se advierten

las ruinas del viejo campamento y de la planta de tratamiento.

Al oeste de las vetas de plata se observa el afloramiento de un depósito de cobre porfírico denominado Vicuña. En la región afloran granitoides del batolito de Colangüil (Granito Los Puentes y numerosos diques de variada composición).

Alto contenido minero y científico.

### **Quebrada La Cortadera**

Está localizada en el sureste de la Hoja, accediéndose desde la localidad de Rodeo, por la ruta provincial 430, hasta Angualasto, desde allí, por camino consolidado hacia Malimán, se arriba a La Chigua, desde donde se sigue en mulares hacia la quebrada, ubicada en el margen occidental de la sierra del Volcán.

En la quebrada de La Cortadera se observa la secuencia del Carbonífero inferior del Grupo Angualasto.

Importancia estratigráfica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aceñolaza, F.G., A. Toselli y A. Bernasconi, 1971. La Precordillera de Jagüé, La Rioja, Argentina. Su importancia geológica y estructural. *Acta Geológica Lilloana*, 11(14):257-290. San Miguel de Tucumán.
- Amos, A.J. y E.D. Roller, 1965. El carbonífero marino en el valle de Calingasta - Uspallata (San Juan - Mendoza). *Boletín de Informaciones Petroleras*, 368:50-72. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1938. Algunos yacimientos metalíferos de la provincia de San Juan. Dirección de Minería y Geología. *Boletín* 46. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1942. Informes sobre los yacimientos de azufre y alumbre del cerro el Jagüelito, de hierro de la quebrada de Agua Negra y de cobre de Antecristo, dpto. Iglesia, prov. de San Juan. Dirección de Minas y Geología. Carpeta 100, 23 pp., inédita. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. 1-2:704 pp. La Plata.
- Antelo, B., 1972. Los braquiópodos del Carbonífero superior de la Quebrada Larga, en las cabeceras del Río Blanco, Provincia de San Juan. *Ameghiniana*, 9(2):159-172. Buenos Aires.
- Aparicio, E.P., 1969. Contribución al conocimiento de la edad de los sedimentos del arroyo Agua Negra. Departamento Iglesia. San Juan. República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24(4):351-356. Buenos Aires.
- Aparicio, E.P., 1975. Mapa Geológico de San Juan. Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad Nacional de San Juan.
- Araneda, R., 1982. El Indio, yacimiento de oro, plata y cobre, Coquimbo, Chile. *Minerales*. 37(60):5-13.
- Arrondo, O., S. Césari y R. Gutiérrez, 1991. *Frenquellia* a new genus of lycopods from the Early Carboniferous of Argentina. *Review of Paleobotany and Palynology*, 70:187-197.
- Azcuy, C., G. Machado y G. Ottone, 1987. La zona NBG en la Formación Cortaderas, Provincia de San Juan Argentina. Annual Meeting Working Group, Project 211 (IUGS - UNESCO), Late Paleozoic of South America Abstract. Santa Cruz de La Sierra.
- Baldis, B. y G. Chebli, 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. Cuartas Jornadas Geológicas Argentina, 1: 47-66. Buenos Aires.
- Baldis, B. y R.M. Sarudianski, 1975. El Devónico del noroeste de la Precordillera Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 30(4):301-329. Buenos Aires.
- Baldis, B., M. Beresi, O. Bordonaro y A. Vaca, 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, 4:399-445. Buenos Aires.
- Barrionuevo, L., 1948. Informe sobre yacimientos de molibdeno, manganeso y plomo en la provincia de San Juan. Dirección General de Fabricaciones Militares. Informe inédito, 64 pp. Buenos Aires.
- Beer, J.A. y T.E., Jordan, 1989. The effects of Neogene thrusting on depositions in the Bermejo Basin, Argentina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 59: 330-345.
- Bellio, N. y E. Kittl, 1947. El yacimiento aurífero en La Punilla, al NE de Angualasto, departamento Iglesia, San Juan. *Revista Minera*, 18 (1-2). Buenos Aires.
- Borelli, E., G. Vallejo y J. Panza, 1974. Estudio geológico-económico de los depósitos de plomo y plata del distrito minero el Fierro. Dpto. Iglesia. Provincia de San Juan. Servicio Nacional de Minería y Geología. Departamento Cuyo. San Juan. Informe inédito. Buenos Aires.
- Caminos, R., 1972. Perfil geológico de la cordillera entre 28° 00' y 28° 30' de latitud sur, provincia de La Rioja. República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27(1):71-83. Buenos Aires.
- Caminos, R.L., L. Fauqué y C.O. Limarino, 1990. Las fases diastóricas intracarboníferas de la Precordillera y su correlación regional. Annual Meeting of the Working Group, Project 211-IUGS, Late paleozoic of South America, Bariloche, Abstract: 132-133. Buenos Aires.
- Caminos, R.L., L. Fauqué, C. Cingolani, R. Varela y E. Morel, 1993. Estratigrafía y estructura del Devónico - Carbonífero en el sector septentrional de la sierra de La Punilla, Precordillera de La Rioja y San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2:31-41. Mendoza.
- Cardó, R., 1993. Estudio geológico minero del extremo sur de la Sierra de La Punilla y faldeo oriental (parte norte) del cordón de Colangüil. Informe de Avance. Servicio Minero Nacional, 49 pp., inédito. San Juan.
- Cardó, R. y D. Martos, 1987. Área de reserva «El Veladero», zona «Veladero Sur». Informe de avance. Servicio Minero Nacional. Carpeta 2391, 7 pp., inédita. San Juan.
- Cardó, R. y D. Martos, 1988 (a). Veladero Sur: manifestación epitermal aurífera. Valle del Cura, dpto. Iglesia. San Juan. 3° Congreso Nacional de Geología Económica, 2:599-603. Olavarría.
- Cardó, R. y D. Martos, 1988 (b). Exploración geológica superficial del Sector Veladero Sur. Área de Reserva «Veladeros», Valle del Cura, San Juan. Servicio Minero Nacional, informe inédito, 49 pp. San Juan.

- Carrizo, H., 1990. Nuevos hallazgos de componentes de la Flora NBG en la Formación Cortaderas, Precordillera y en la Formación Las Salinas Patagonia extraandina. Anual Meeting Working Group, Project 211 (IUGS - UNESCO). Late Paleozoic of South America. Abstracts. Buenos Aires.
- Castro, C., 1987. El batolito de Colangüil entre las quebradas de la Pancha (30° latitud sur) y Agua Blanca (30° 16' latitud sur). Geología y mineralización asociada. San Juan. 10° Congreso Geológico Argentino, 4: 100 - 103. Tucumán.
- Césari, S., 1988. *Diplothemema bodenbenderi* Kurtz nov. comb. (Pteridospermales?) del Carbonífero de Argentina. Ameghiniana, 24(3-4):263-269. Buenos Aires.
- Cingolani, C., R. Varela, E. Morel, O. Schauer y O. Arrondo, 1990. Aportes bioestratigráficos en el Devónico - Carbónico del sector septentrional de la sierra de La Punilla, provincia de La Rioja. 11° Congreso Geológico Argentino, 2:207-210. San Juan.
- Código Argentino de Estratigrafía, 1992. Comité Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie «B» (Didáctica y Complementaria), N° 20, 64 pp. Buenos Aires.
- Cooperativa de Geólogos e Ingenieros de Minas de San Juan, 1954. Estudio geológico-económico de azufre y alumbre de la zona Valle del Cura, departamento Iglesia, provincia de San Juan.
- Fauqué, L. y C.O. Limarino, 1991. El Carbonífero de Agua de Carlos (Precordillera de La Rioja), su importancia tectónica y paleoambiental. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46(1-2):103-114. Buenos Aires.
- Frengüelli, J., 1952. *Haplostigma furquei* n. sp. del Devónico de la Precordillera de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 6(1):5-10. Buenos Aires.
- Frengüelli, J., 1954. Plantas devónicas de la quebrada de Charnela en la Precordillera de San Juan. Notas Museo de La Plata, 17, 102 pp. Paleontología. La Plata.
- Furque, G., 1956. Nuevos depósitos devónicos y carbónicos en la Precordillera sanjuanina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 11(1):46-71. Buenos Aires.
- Furque, G., 1963. Descripción Geológica de la Hoja 17b - Guandacol. Boletín Dirección Nacional de Geología y Minería, 92:104 pp. Buenos Aires.
- Furque, G., 1972. Descripción Geológica de la Hoja 16b - Cerro la Bolsa. Boletín Servicio Nacional Minero Geológico, 125:69 pp. Buenos Aires.
- Furque, G. y B.A. Baldis, 1973. Nuevos enfoques estratigráficos en el Paleozoico del Noroeste de Precordillera. 5° Congreso geológico Argentino, 3:241-252. Buenos Aires.
- Furque, G. y A. Cuerda, 1984. Estilos tectónicos de la Precordillera. 9° Congreso Geológico Argentino, 2:368-380. Buenos Aires.
- García, H.H., 1982. Estudio calcográfico de la mina El Salado, dpto. Iglesia. Provincia de San Juan. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía Petrología y Sedimentología, 13:87-109. Buenos Aires.
- Godeas, M., N. Pezzutti, F. Nullo y J. Otamendi, 1993. Caracterización petrográfica y geoquímica del volcanismo Terciario en el área del río Las Taguas (Formación Doña Ana y Cerro de Las Tórtolas). San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4: 216 - 224. Mendoza.
- González, C. R., 1976. *Oriocrassatela* y *Stutchburia* de la ingresión marina del Pérmico inferior de la quebrada de Agua Negra, departamento de Iglesia, provincia de San Juan. Ameghiniana, 13(2):127-139. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1918. Edad y extensión de las estructuras de la cordillera entre San Juan y Nahuel Huapi. Physis, 4: 208-240. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. Hoja Chos Malal. Revista de la Sociedad Geológica Argentina, 1(3):177-208. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1947. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. Hoja Sosneay y Maipo. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 2(2):141-176. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1951. La Alta cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'. Revista del Instituto de Investigación de las Ciencias Geológicas, 1 (5): 349-355.
- Heim, A., 1952. Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan; los ríos San Juan, Jachal y Huaco. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 7(1):11-70. Buenos Aires.
- I.A.T.A.S.A., 1972. Exploración integral. Yacimientos de hierro de San Juan. Departamento de Minería. Provincia de San Juan. Informe inédito.
- JICA-MMAJ, 1998. Informe de la exploración de mineral en la región Cordillera Oriental Andina, República Argentina. Fase I. SEGEMAR, informe inédito, 233 pp. Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 1999. Informe de la exploración de mineral en la región Cordillera Oriental Andina, República Argentina. Informe final. SEGEMAR, informe inédito, 164 pp. Buenos Aires.
- Johnson, N.M., T.E. Jordan, P. Johnson y C.W. Naeser, 1986. Magnetic polarity stratigraphy, age and tectonic setting of fluvial sediments in an eastern andean foreland, San Juan province. Argentina. International Association of Sedimentologists «Foreland Basin», 8: 63 - 75.

- Jordan, T.E., P.B. Fleming y J.A. Beer, 1988. Dating thrust-fault activity by use of foreland basin strata. En: Kleinspehn, K.L. and Paola, C. (Eds.), *New Perspectives of Basin Analysis*: 307-330. Springer, New York.
- Kay, S.M., V. Maksae, R. Moscoso, C. Mpodozis y C. Nasi, 1987. Probing the evolving andean lithosphere: mid-late Tertiary magmatism in Chile (29°-30° 30') over the modern zone of subhorizontal subduction. *Journal of Geophysical Research*, 92: 6.173-6.189. Washington.
- Kay, S.M., V. Maksae, R. Moscoso, C. Mpodozis, C. Nasi. y C.E. Gordillo, 1988. Tertiary andean magmatism in Chile and Argentina between 28° S and 33° S. Correlation of magmatic chemistry with a changing Benioff zone. *Journal of South American Earth Sciences*, 1: 21-38. United Kingdom. South Carolina.
- Lavandaio, E., 1973. Reconocimiento expeditivo de: 1. Antimonio de Chinguillos; 2. Oro de la Sierra del Volcán; 3. Arsénico de la Junta de San Guillermo; 4. Alumbre de San Guillermo y Valle del Cura. Departamento iglesia. San Juan. Dirección Nacional de Geología y Minería. Carpeta 2263: 48 pp.; carpeta 2524 (copia), 58 pp, inéditas.
- Legarreta, L. y M.A. Uliana, 1991. Jurassic - Cretaceous marine oscillations and geometry of bak - arc bassin fill, central argentine andes. *Special Publications International Association of Sedimentology*, 12: 429 - 450.
- Limarino, C. y S. Césari, 1992. Reubicación estratigráfica de la Formación Cortaderas y el Grupo Angualasto (Carbonífero inferior, Precordillera de San Juan). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47(1): 61-72. Buenos Aires.
- Limarino, C. y R. Page, 1988. Nuevos depósitos de diamictitas en unidades carboníferas del noroeste argentino. *Annual Meeting Working Group. Project 211 (IUGS-UNESCO), Late Paleozoic of South America, Abstracts*: 20-22. Buenos Aires.
- Limarino, C., S. Césari y R. Page, 1988. Nuevas precisiones acerca de la edad de algunas facies diastóricas del Paleozoico Superior Argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43(4): 562-566. Buenos Aires.
- Limarino, C., L. Fauqué y R. Caminos, 1990. Facies y evolución paleoambiental de los bancos rojos triásicos del norte de la Precordillera riojana. *Tercera Reunión Argentina de Sedimentología*, 169 - 174. San Juan.
- Limarino, C., R. Caminos y L. Fauqué, 1996. Caracterización litoestratigráfica y correlación regional de la Formación Ranchillos (Carbonífero superior - Pérmico), Cordillera Frontal de La Rioja. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 1: 513- 530. Buenos Aires.
- Limarino, C.O., P.R. Gutiérrez, D. Malizia, V. Barreda, S. Page, H. Ostera, y E. Linares, 1999. Edad de las secuencias paleógenas y neógenas de la cordillera de La Brea y Zancarrón, Valle del Cura, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54(2):177-181. Buenos Aires.
- Limarino, C., L. Fauqué, R. Cardó, M. Gagliardo y L. Escosteguy, 2002. La faja volcánica miocena de la Precordillera septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 57(3):289- 304. Buenos Aires.
- Limeres, A.C., 1985. Geología de la quebrada de Bauchazeta, departamento de Iglesia, provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires, 85 pp., inédito. Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y A.M. Sato, 1990. El batolito de Colangüil (29°-31°S), Cordillera Frontal de Argentina: Estructura y marco tectónico. *Revista Geológica de Chile*, 17(1):89-108. Santiago.
- Llambías, E.J. y A.M. Sato, 1995. El batolito de Colangüil: Transición entre orogénesis y anorogénesis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 50(1-4):111-131. Buenos Aires.
- Llambías, E.J., S. Shaw y A.M. Sato, 1990 a. Lower Miocene plutons in the Eastern Cordillera frontal of San Juan (29° 75' S, 69° 30' W). *11° Congreso Geológico Argentino*, 1: 83-86. San Juan.
- Llambías, E., A.M. Sato y C.E. Castro, 1990 b. Relaciones entre el grupo Choiyoi y el batolito de Colangüil. *11° Congreso Geológico Argentino*, 1: 79-82. San Juan.
- Maksae, J., R. Moscoso, C. Mpodozis y C. Nasi, 1984. Las unidades volcánicas y plutónicas del cenozoico superior en la Alta Cordillera del Norte Chico (29° - 31°). *Geología, alteración hidrotermal y mineralización. Revista Geológica de Chile*, 21:11-51. Santiago.
- Malizia, D., C.O. Limarino, J. Sosa Gómez, R. Kokot, F.E., Nullo y P.R. Gutiérrez, 1997 (a). Descripción Hoja geológica Portezuelo de Conconta, escala 1:100.000. Secretaría de Minería de la Nación, 280 pp., inédito. Buenos Aires.
- Malizia, D., C.O. Limarino, J. Sosa Gómez, R. Kokot, F.E., Nullo y P.R. Gutiérrez, 1997 (b). Descripción Hoja geológica Cordillera del Zancarrón, escala 1:100.000. Secretaría de Minería de la Nación, 284 pp., inédito. Buenos Aires.
- Malizia, D., C.O. Limarino, J. Sosa Gómez, R. Kokot, F.E., Nullo y P.R. Gutiérrez, 1997 (c). Descripción Hoja geológica Paso del Agua Negra, escala 1:100.000. Secretaría de Minería de la Nación, 279 pp., inédito. Buenos Aires.

- Malumian, N., F. Nullo y V.A. Ramos, 1983. The cretaceous of Argentina, Chile, Paraguay, and Uruguay. En: Moulladi, M. and A.E.N. Nairn (Eds.), The Phanerozoic Geology of the World 2, The Mesozoic.:265 - 304. Elsevier.
- Marcos, O.R., 1987. Relevamiento geológico y prospección del área Jagüelito, región Valle del Cura. Cordillera Frontal. Servicio Minero Nacional. Carpeta 2402, 36 pp., inédita.
- Marín, G. y F. Nullo, 1988. Geología y estructura al oeste de la cordillera de la Ortiga, San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 43(2):153-162. Buenos Aires.
- Menéndez, C., 1965. *Drepanophycus eximius* (Frenguelli) nov. Comb. del Devónico de la Quebrada de Chavela, San Juan, Ameghiniana, 4(4):139-140. Buenos Aires.
- Minera TEA, 1968. Geología de Alta Cordillera de San Juan. Su prospección y áreas con posibilidades mineras. Informe del Departamento de Minería de la Provincia de San Juan, 2:1-518 pp., inédito.
- Minera TEA, 1969. Resultados de la prospección geológico - minera en la provincia de San Juan. República Argentina. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, 2:223-241. Buenos Aires.
- Miolano, A., 1973. El Fierro Bajo: Minas Rara Fortuna, Rara Casualidad y Felicidad. Departamento de Minería. Provincia de San Juan. Informe inédito. San Juan.
- Monchablón, A., 1957. Estudio minero económico, yacimiento plumbífero de El Fierro (Dpto. Iglesia, San Juan). Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigaciones Mineras. Trabajo inédito. San Juan.
- Monchablón, A., 1960. Exploración yacimiento zona fierro Alto. Minas Lagunitas y La Verde, Dpto. Iglesia, provincia de San Juan). Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigaciones Mineras. Trabajo inédito. San Juan.
- Moscoso, R. y C. Mpodozis, 1988. Estilos estructurales del Norte Chico de Chile (28° 31° S). Regiones de Atacama y Coquimbo. Revista Geológica de Chile, 15(2):151-166. Santiago.
- Mpodozis, C. y S.M. Kay, 1990. Provincias Magmáticas ácidas y evolución tectónica de Gondwana: Andes Chilenos (28° - 31° S). Revista Geológica de Chile, 17(2):153-180. Santiago.
- Mpodozis, C. y V.A. Ramos, 1990. The Andes of Chile and Argentina. En: Eriksen, G. E., M.T. Cañas Pinochet y J.A. Reinemund (Eds.), Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Mineral Resources. Circunpacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Sciences Series, 11: 59 - 90.
- Nasi, C., C. Mpodozis, P. Cornejo, R. Moscoso y V. Maksae, 1985. El batolito Elqui-Limarí (Paleozoico superior-Triásico): características petrográficas, geoquímicas y significado tectónico. Revista Geológica de Chile, 25-26: 77 - 111. Santiago.
- Nasi, C., R. Moscoso y V.J., Maksae, 1990. Hoja Guanta. Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile N° 67 (texto), 165 pp. Santiago.
- Nullo, F.E., 1988. Geología y estructura del área de Guanaco Zonzo y Veladero, Oeste de la Cordillera del Zancarrón, San Juan. 3<sup>er</sup> Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 501-515. Olavarría.
- Nullo, F.E. y G. Marín, 1990. Geología y Estructura de las Quebradas de La Sal y de La Ortiga, San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 45(3-4):323-335. Buenos Aires.
- Ortiz, A. y J. Zambrano, 1981. La provincia geológica de Precordillera Oriental. 8° Congreso Geológico Argentino, 3: 59-74. Buenos Aires.
- Parada, M., 1984. Caracterización geoquímica de elementos mayores de las rocas ígneas Hercínicas de la Cordillera Frontal entre los 30° y 33° latitud sur. 9° Congreso Geológico Argentino, 3:159-170. Buenos Aires.
- Petrelli, H.A., 1985. Zona N° 2- Jagüelito. Area Valle del Cura. Servicio Minero Nacional- Plan San Juan. Carpeta 2149.09, 7 pp., inédita. San Juan.
- Petrelli, H., 1986. Proyecto Las Aguaditas. Departamento Centro de Exploración Minera San Juan. Trabajo inédito, 15 pp. San Juan.
- Pezzutti, N. y M. Godeas, 1988. Descripciones petrográficas de la Hoja 16 a. Sierra de San Guillermo. Provincia de San Juan. Dirección Nacional de Geología y Minería. Trabajo inédito, 30 pp. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1958. El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 12(3):165-196. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1964. Descripción Geológica de la Hoja 25 a., Volcán San José, provincia de Mendoza. Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería, 128: 98 pp. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1970. Carbónico y Pérmico de la Argentina. Editorial de la Universidad de Buenos Aires.
- Quartino, B.J. y R.A. Zardini, 1967. Geología y petrología de la cordillera de Colangüil y de las serranías de Santa Rosa y San Guillermo, Cordillera Frontal de San Juan. Magmatismo, metamorfismo y metalogénesis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 22(1):5-63. Buenos Aires.

- Ramos, V.A., 1987. Mapa Geológico expeditivo de Veladero sur, Valle del Cura (Provincia de San Juan). Dirección Nacional de Minería y Geología. Inédito. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1988. The tectonics of Central Andes; 30° to 33° S. latitude. En: Clark, S. P. Jr., Burchfield, B. C., y Suppe, J. (Ed.): Processes in Continental Lithosphere Deformation, Geological Society of America. Special Paper 218:31-54. Boulder.
- Ramos, V., 1992. Control geotectónico de las cuencas triásicas de Cuyo. Boletín de Informaciones Petroleras. Tercera época, 9(31):2-9. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. y S.M. Kay, 1991. Triassic rifting associated basalts in the Cuyo Basin, Central Argentina. En: Harmon R. S. and C.W. Rapela (Eds.), Andean Magmatism and its Tectonic Setting. Special Paper Geologic Society of America, 265: 79 - 91.
- Ramos, V.A., T.E. Jordan, R.W. Allmendinger, S.M. Kay, J.M. Cortes y M.A. Palma, 1984. Chilenia, un terreno alóctono en la evolución Paleozoica de los Andes Centrales. 9° Congreso Geológico Argentino, 2:84-106. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., T.E. Jordan, R.W. Allmendinger, C. Mpodozis, S.M. Kay, J.M. Cortes y M.A. Palma, 1986. Paleozoic Terranes of the Central Argentine-Chilean Andes. Tectonics, 5: 855 - 880. Washington.
- Ramos, V.A., R. Page, S. Kay, O. Lapido y D. Delpino, 1987. Geología de la región del Volcán Tórtolas, Valle del Cura, provincia de San Juan. 10° Congreso Geológico Argentino, 4: 260-263. Tucumán.
- Ramos, V.A., S.M. Kay, R. Page y F. Munizaga, 1989. Las ignimbritas Vacas Heladas y el cese del volcanismo en el Valle del Cura, Provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 44(1-4):336-352. Buenos Aires.
- Rapalini, A.E., 1989. Estudio paleomagnético del vulcanismo Permo - Triásico de la región andina de la República Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 278 pp., inédita. Buenos Aires.
- Ré, G., 1994. Magnetoestratigrafía de la secuencia neogénica aflorante en arroyo Chaleta. Angualasto San Juan. Implicancias tectosedimentarias. 5° Reunión Argentina de Sedimentología, 1: 205-209.
- Ré, G. y S. Barredo, 1993. Estudio magnetoestratigráfico y tasa de sedimentación del grupo Iglesia, en sus afloramientos aledaños a la localidad de Angualasto (provincia de San Juan). 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2:148 - 155. Mendoza.
- Regairaz, A., G. Suvires y W. Simon, 1987. Síntesis Geomorfológica Regional de la Provincia de San Juan, República Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, 3: 337-343. Tucumán.
- Reutter, K. J., 1974. Entwicklung und Bauplan der chilenischen Heckkordillere im Bereich 29° sudlicher Breite. Neues Jahrbuch Geologie, Palaontologie, Abh. 146 (2):153-178. Stuttgart.
- Rodríguez Fernández, L.R., N. Heredia, G. Marín, C. Quesada, A. Robador, D. Ragona y R. Cardó, 1996. Tectonoestratigrafía y estructura de los Andes argentinos entre los 30° 30' y 31° 00' de latitud sur. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2:111-124. Buenos Aires.
- Rodríguez Murillo, M., 1976. Informe geológico del caolín de quebrada El Quirquincho. Zona La Chigua. Departamento Iglesia. Departamento provincial de Minería. Informe inédito 5 pp. San Juan.
- Rojo, C., 1979. Informe del yacimiento María Teresa ubicado en la quebrada los Potreritos. Dpto. Iglesia. Secretaria de Minería de la Nación. Delegación San Juan, informe inédito, 9 pp. San Juan.
- Rojo, C., 1992. Proyecto de inversión del Grupo Minero Las Aguaditas, oro y plata. Secretaria de Minería de la Nación. Delegación San Juan, informe inédito, 30 pp. San Juan.
- Rolleri, E. y B. Baldis, 1967. Paleogeography and distribution of carboniferous deposits in the Argentine Precordillera. en Coloquio de la I.U.G.S.: La estratigrafía del Gondwana, Ciencias de la Tierra, 2: 1005-1024, UNESCO, 1969.
- Rolleri, E.O y P. Criado Roque, 1969. Geología de la Provincia de Mendoza. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, 2:1-60. Buenos Aires.
- Sarudiansky, R., 1971. Estratigrafía y estructura del Paleozoico medio al este de Malimán, prov. De San Juan. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, tesis de Licenciatura, inédita.
- Sato, A.M. y E.J. Llambías, 1993. El Grupo Choiyoi, provincia de San Juan: equivalente efusivo del batolito de Colangüil. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4:156-165. Mendoza.
- Sato, A.M., E.J. Llambías, S.E. Shaw y C.E. Castro, 1990. El batolito de Colangüil: modelo del magmatismo neopaleozoico de la provincia de San Juan. Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan, 1:100-122. San Juan.

- Scalabrini Ortiz, J., 1970. Litología, variaciones faciales, proveniencia y paleocorrientes del Carbónico de la Hoja 17 b - Guandacol - Norte de la Precordillera sanjuanina. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Tesis Doctoral, 100 pp., inédita. Buenos Aires.
- Scalabrini Ortiz, J., 1972. El Carbónico en el sector septentrional de la Precordillera sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27(4):351-377. Buenos Aires.
- Scalabrini Ortiz, J., 1973. El Carbónico de la Precordillera al norte del río Jáchal. 5° Congreso Geológico Argentino, 3:387-401. Buenos Aires.
- Scalabrini Ortiz, J. y O.G. Arrondo, 1973. Contribución al conocimiento del Carbónico de los perfiles del cerro Veladero y del río del Peñón (Precordillera de La Rioja). *Revista del Museo de La Plata (n. s.)*, 8 (Geología) 68: 257- 279. La Plata.
- Sessarego, H.L y S. Césari, 1989. An Early Carboniferous flora from Argentina. Biostratigraphic implications. *Review of Paleobotany and Palynology*, 57:247-264.
- Shaw, S., E.J. Llambías y A.M. Sato, 1990. New Rb/Sr age determinations from the Colangüil Batholith between 29°-31° S, Cordillera Frontal, Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 2: 461-465. San Juan.
- Spikerman, J.P., 1967. Geología de la quebrada de Los Puentes (Perfil transversal al batolito de Colangüil) provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 52 pp., inédita. Buenos Aires.
- Stelzner, A., 1885. Beiträge zur Geologie und Palaontologie der Argentinischen Republik. I. Geologischer Theil. Ed. von T. Fischer, Cassel und Berlin.
- Thiele, R., 1964. Reconocimiento geológico de la Alta Cordillera de Elqui. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Publicación N° 27, 73 pp. Santiago.
- Uliana, M.A. y K.T. Biddle, 1987. Permian to Late Cenozoic evolution of Northern Patagonia: main tectonic events, magmatic activity and depositional trends. En: MacKensie, G.D. (Ed.), *Gondwana Six: Structure, Tectonics and Geophysics*. Geoph. Monography America. Geoph. Union, 40:271-286.
- Uliana, M.A. y K.T. Biddle, 1988. Mesozoic - Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South América. *Revista Brasukeura de Geicuebcuas* 18:172-190. San Pablo.
- Uyeda, S., 1983. Comparative Subductology. *Episodes*, 1983(2):19-24.
- Verdenelli, V., 1975. Estudio Geológico minero del yacimiento El Salado. Departamento Iglesia, provincia de San Juan. Servicio Geológico Minero. Delegación San Juan. Informe inédito, 10 pp. San Juan.
- von Gossen, W., 1992. Structural evolution of Argentina Precordillera: The Rio San Juan section. *Journal Structural Geology*, 14(6):643-667.
- Wetten, C., 1975. Geología del valle de Iglesia, su relación con los yacimientos de diatomita de Lomas del Campanario e importancia económica. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, 70 pp., inédito. San Juan.
- Yrigoyen, M.R., 1972. Cordillera Principal. En: Leanza, A.F. (Ed.), *Geología Regional Argentina*: 345 - 364. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba
- Zambrano, J., 1985. Posibilidades de existencia de hidrocarburos de la Precordillera sanjuanina. *Primeras Jornadas Geológicas de Precordillera*, 1:394-399. San Juan.

Recibido: junio de 2000.

Validado: mayo de 2006.