

# Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

**1:250.000**

## Hoja Geológica 2966 - II San Fernando del Valle de Catamarca



San Fernando del Valle de Catamarca

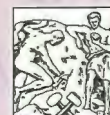
### Provincias de Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán

*Geología por:* Graciela Blasco, Roberto L. Caminos, Omar Lapido,  
Antonio Lizuaín, Hector Martinez, Francisco Nullo,  
José L. Panza y Liliana Sacomani

*Minería por:* Eduardo L. Barber, Miguel A. Chipulina y Liliana del V. Martinez



SECRETARIA  
DE MINERIA  
DE LA NACION



DIRECCION  
NACIONAL  
DEL SERVICIO  
GEOLOGICO

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

**Hoja Geológica 2966-II  
San Fernando del Valle de Catamarca**

Provincias de Catamarca,  
Santiago del Estero y Tucumán

*Geología:* Graciela Blasco, Roberto Caminos, Omar Lapido,  
Antonio Lizuaín, Hector Martínez, Francisco Nullo,  
José L. Panza y Liliana Sacomani

*Minería:* Eduardo L. Barber, Miguel A. Chipulina y Liliana del V. Martínez

**SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO**

**Boletín N° 212  
Buenos Aires-1995**

**FOTO DE TAPA**

San Fernando del Valle de Catamarca desde la Cuesta del Portezuelo

Copyright © 1995 by Secretaría de Minería de la Nación and Asociación Geológica Argentina (ISSN 0328-2333).

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni transmitida total o parcialmente, ya sea por medios mecánicos, electrónicos, fotocopiados u otros, sin el permiso escrito del autor.

Impreso en Argentina

## **AUTORIDADES**

**Presidente de la Nación**  
Dr. CARLOS SAUL MENEM

**Ministro de Economía y Obras y Servicios Públicos**  
Dr. DOMINGO FELIPE CAVALLO

**Secretario de Minería**  
Dr. ANGEL EDUARDO MAZA

**Subsecretario de Minería**  
Lic. DANIEL MEILAN

**Director Nacional del Servicio Geológico**  
Lic. ROBERTO F. N. PAGE

---

## **Dirección Nacional del Servicio Geológico**

Avenida Julio A. Roca 651-10º piso  
1322 Buenos Aires  
República Argentina

---

ISSN 028-2333

Es propiedad de la Dirección Nacional del Servicio Geológico.  
Prohibida su reproducción

## CONTENIDO

RESUMEN	.....	11
ABSTRACT	.....	13
<b>GEOLOGIA</b>	.....	<b>15</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>		
Ubicación de la hoja y área que abarca	.....	15
Naturaleza del trabajo e investigaciones anteriores	.....	15
<b>2. ESTRATIGRAFIA</b>		
RELACIONES GENERALES	.....	15
<b>2.1 PRECAMBRICO-PALEOZOICO INFERIOR</b>	.....	<b>16</b>
BASAMENTO METAMORFICO	.....	<b>16</b>
Formaciones La Cébila, Ancasti, Infanzón (Pars.)	.....	16
Complejo Sierra Brava (Miembro El Jumeal), Formación Infanzón (Pars.)	.....	17
Complejo Sierra Brava ( Miembro La Calera), Formaciones Ancaján y Abra del Martirizado	.....	17
Formaciones El Arbolito, La Majada (Pars.)	.....	18
Complejo Sierra Brava (Miembro El Jumeal), Formaciones Carreta Saltana, Infanzón (Pars.)	.....	18
Formaciones El Portezuelo, Ancasti (Miembro El Portezuelo), Los Divisaderos	.....	19
Formación Pozo Belgrano	.....	19
Grado y edad del metamorfismo regional y de la deformación	.....	19
PLUTONITAS POSTECTONICAS	.....	20
Granodioritas-Tonalitas biotíticas porfiroideas (con inclusiones gábricas)	.....	20
Granodioritas-Tonalitas con diferenciaciones ácidas	.....	20
Granitos biotítico-moscovíticos y moscovítico-granatíferos	.....	20
Pegmatitas	.....	21
Edad de los granitos postectónicos	.....	21
<b>2.2 PALEOZOICO SUPERIOR</b>	.....	<b>21</b>
Formación Las Lomitas	.....	21
Formación Ichagón	.....	22
Formación Los Cerrillos	.....	22

2.3	CENOZOICO .....	22
2.3.1.	TERCIARIO .....	22
2.3.1.1	Mioceno-Plioceno .....	23
	Formación Guasayán .....	23
	"Araucanense" .....	23
2.3.1.2	Plioceno .....	23
	Formación Choya .....	23
2.3.2.	CUATERNARIO .....	24
2.3.2.1.	Pleistoceno .....	24
	Formación Concepción .....	24
2.3.2.2.	Holoceno .....	24
	Formación Coneta .....	24
	Depósitos aluviales, eólicos e indiferenciados .....	24
3.	TECTONICA .....	24
	Deformaciones del basamento .....	24
	Movimientos neopaleozoicos .....	25
	Movimientos cenozoicos .....	25
4.	GEOMORFOLOGIA .....	27
	Peneplanicie .....	27
	Escarpa de falla .....	27
	Planicie disectada .....	27
	Pedimento .....	27
	Planicie pedemontana .....	28
	Antiguo nivel pedemontano .....	28
	Planicie aluvial .....	28
	Playa salina .....	29
5.	HISTORIA GEOLOGICA .....	29
	<b>MINERIA</b> .....	31
1.	INTRODUCCION .....	31

---

<b>2.</b>	<b>YACIMIENTOS METALIFEROS .....</b>	<b>31</b>
	Berilio - Litio .....	31
	Cobre .....	36
	Hierro - Titanio .....	36
<b>3.</b>	<b>YACIMIENTOS NO METALIFEROS .....</b>	<b>40</b>
	Generalidades .....	40
	Fluorita .....	40
	Moscovita .....	41
	Yeso .....	41
<b>4.</b>	<b>ROCAS DE APLICACION .....</b>	<b>42</b>
	Areniscas .....	42
	Calizas y dolomías .....	42
	Materiales Pétreos .....	45
<b>5.</b>	<b>CONSIDERACIONES METALOGENETICAS .....</b>	<b>45</b>
	<b>FICHAS MINA .....</b>	<b>47</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

La Hoja 2966-II, San Fernando del Valle de Catamarca, está situada en la región septentrional de las Sierras Pampeanas, abarcando partes de las provincias de Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán. Las mayores unidades orográficas que incluye esta Hoja son, de este a oeste, la sierra de Guasayán, la mitad norte de la sierra de Ancasti, la sierra de Graciana y el extremo noreste de la sierra de Ambato. Estas sierras constituyen cordones montañosos de rumbo norte-sur separados por depresiones ocupadas por planicies aluviales.

La unidad geológica de mayor antigüedad, componente principal de los cordones montañosos, es un basamento cristalino formado por rocas metamórficas y graníticas de edad precámbrica a paleozoica inferior. Las rocas metamórficas consisten en esquistos cuarzo-biotíticos portadores, a menudo, de almandino, cordierita, estaurilita y andalucita, gneises bandeados migmatíticos, esquistos lit-par-lit, esquistos hornblendíferos, metacuarcitas, mármoles puros e impuros y, más raramente, dolomías y felsitas calco-silicáticas. Tonalitas y granodioritas sin y tardío tectónicas intruyen a las metamorfitas como cuerpos concordantes y subconcordantes. Plutones más jóvenes, tardío tectónicos, compuestos por tonalitas y granodioritas biotíticas y por granitos biotítico-moscovítico-granatíferos aparecen emplazados como cuerpos discordantes. Las últimas manifestaciones plutónicas son pegmatitas portadoras de moscovita, espodumeno, berilo y turmalina.

El paleozoico superior está representado por vulcanitas ácidas, tobas y basaltos de edad carbonífera, y por areniscas rojas continentales pérmicas que descansan en discordancia sobre el basamento cristalino. En el sector oriental de la Hoja afloran depósitos terciarios de edad miocena y pliocena superior, compuestos por sedimentitas marinas limo-arcillosas, a veces yesíferas, y por conglomerados y areniscas continentales; otros depósitos, de edad miocena, formados por tobas y areniscas continentales, afloran, escasamente, en la parte noroccidental de la Hoja. Los sedimentos cuaternarios más antiguos consisten en fanglomerados y areniscas depositados al pie de los cordones montañosos; los más modernos, compuestos principalmente por limos y arenas de origen fluvial y eólico, rellenan las depresiones intermontanas.

La estructura interna del basamento cristalino, originada principalmente durante el paleozoico inferior, registra varios episodios de deformación plegante (D1 a D4) acompañados por recristalización metamórfica y desarrollo de superficies S. A partir del paleozoico superior las estructuras originadas fueron esencialmente fracturas que desmembraron el basamento en bloques tectónicos. Los movimientos orogénicos ocurridos en el Terciario superior, reactivando a veces líneas tectónicas más antiguas, produjeron la actual morfoestructura, consistente en bloques de basamento limitados por fallas inversas de tipo lístrico. Las fallas principales tienen rumbo general norte-sur, como las que marginan las sierras de Ancasti, Guasayán y Graciana, o noreste-sudoeste, como la que limita el borde oriental del Ambato. La falla del Ancasti, fractura más prominente dentro de esta Hoja, presenta un rechazo vertical de 1.000 a 2.000 metros. Hay fracturas transversales, en general de menor importancia.

En el área montañosa se reconocen, como geoformas principales, la peneplanicie pre-terciaria, elevada por el ascenso orogénico del basamento, y las escarpas de falla producidas por el fracturamiento y levantamiento de los bloques. El retroceso por erosión de los frentes montañosos originó planos de pedimentación que marginan la sierra de Ambato por el lado oriental, la de Guasayán por el occidental y la de Ancasti por ambos lados. Otras geoformas observables fuera del área montañosa son los remanentes de un antiguo nivel pedemontano, la planicie pedemontana, que ocupa la mayor parte del área interserrana, las planicies aluviales desarrolladas en uno y otro lado de la sierra de Ancasti, a lo largo de los principales cursos de agua, y la playa salina situada en el extremo sudoeste de la Hoja.

La Minería está poco desarrollada en la Hoja, si bien se encuentra una gran cantidad de manifestaciones minerales. Entre los metalíferos, hay yacimientos magmáticos de Fe-Ti, pegmatíticos de espodumeno y berilo, e hidrotermales de cobre. Entre los minerales no metalíferos se reconocen pegmatitas con moscovita y yacimientos de fluorita, yeso y arcillas. Las rocas de aplicación tienen una mayor importancia económica. Se explotan areniscas, calizas, dolomías y materiales pétreos.



## ABSTRACT

Sheet 2966-II, San Fernando del Valle de Catamarca, is located in the northern region of the Pampeanas Ranges («Sierras Pampeanas»), partly including the provinces of Catamarca, Santiago del Estero and Tucumán.

The main orographic features in Sheet 2966-II are, named from east to west: the Guasayán range, the northern half of the Ancasti range, the Graciana range and the most northeastern portion of the Ambato range, all of them having a conspicuous north-south trend and being separated from each other by tectonic depressions.

The oldest geological unit of these ranges is a basement composed of metamorphic and granitic rocks of precambrian to Lower paleozoic age. The metamorphic rocks comprise almandine-cordierite-staurolite-andalusite bearing quartz-biotitic schists, migmatitic banded gneisses, lit-par-lit schists, hornblende schists, metaquartzites, marbles of different compositions and, less frequently, dolomites and calc-silicatic felsites. Syn- and late-tectonic tonalites and granodiorites are intruded into the metamorphic rocks approximately parallel to the regional structure, whereas younger, late-tectonic tonalites, granodiorites and biotite-moscovite-garnet bearing granites cross the regional structure. The latest plutonic rocks are moscovite-spodumene-beryl-tourmaline bearing pegmatites.

The Upper paleozoic period is represented by acidic volcanics, tuffs and basalts of Carboniferous age, and by continental red sandstones of Permian age unconformably overlying the basement. In the eastern segment of Sheet 2966-II there are outcrops of Tertiary deposits of Miocene and Upper Pliocene age composed of marine silts and clays, gypsum bearing sandstones and continental conglomerates and sandstones; in the northwestern part of the Sheet there are some smaller deposits of continental tuffs and sandstones of Miocene age. The oldest Quaternary deposits comprise flanglomerates and sandstones deposited at the foot of the ranges; the youngest Quaternary deposits are mainly fluvial and eolian silts and sandstones that fill the tectonic troughs developed between the ranges.

The internal structure of the basement formed mainly during Lower paleozoic times, being the result

of four phases of folding, i. e. D1 to D4, associated with the crystallization of metamorphic minerals and the development of «s» surfaces. As from paleozoic times the structures originated were essentially fractures that broke out the basement into a number of tectonic blocks. These fractures were reactivated during Tertiary times to produce the present-day overall structure picture of major blocks separated by inverse faults of listric type.

These master faults generally trend north-south, like those bordering the Ancasti, Guasayán and Graciana ranges, or trend northeast-southwest like the fault on the eastern border of the Ambato range. The Ancasti fault is the most prominent one in Sheet 2966-II, having had a total vertical displacement of 1000 to 2000 metres. There are also transverse fractures of lesser importance.

The geomorphic processes in the ranges gave rise to a landscape characterized by a pre-Tertiary peneplane and fault scarps resulting from the fracturing and elevation of the basement blocks. The backwards erosion of the mountain escarpments originated pediments along the eastern margin of the Ambato range, the western margin of the Guasayán range and both east and west margins of the Ancasti range. Other geomorphic features of Sheet 2966-II outside the region of the ranges are remnants of an old piedmont slope, the piedmont plain that forms the greater part of the surfaces between the ranges, the alluvial plains developed on both sides of the Ancasti range and along the margins of the smaller streams, and the salt pan located in the most southeastern part of the Sheet.

Mineral Resources in the Geological map area, are not well developed, however that a main ore manifestations are well distributed.

The metallic ones are Fe-Ti ore deposits related with magmatic bodies. The spodumene and beryl minerals are in pegmatites, and subordinate Cu hydrothermal manifestations are present.

The non-metallic minerals are related with moscovite-bearing pegmatites, fluorite, gypsum and clays. Economically important are the dimension stones with sandstones, limestones and dolomites.

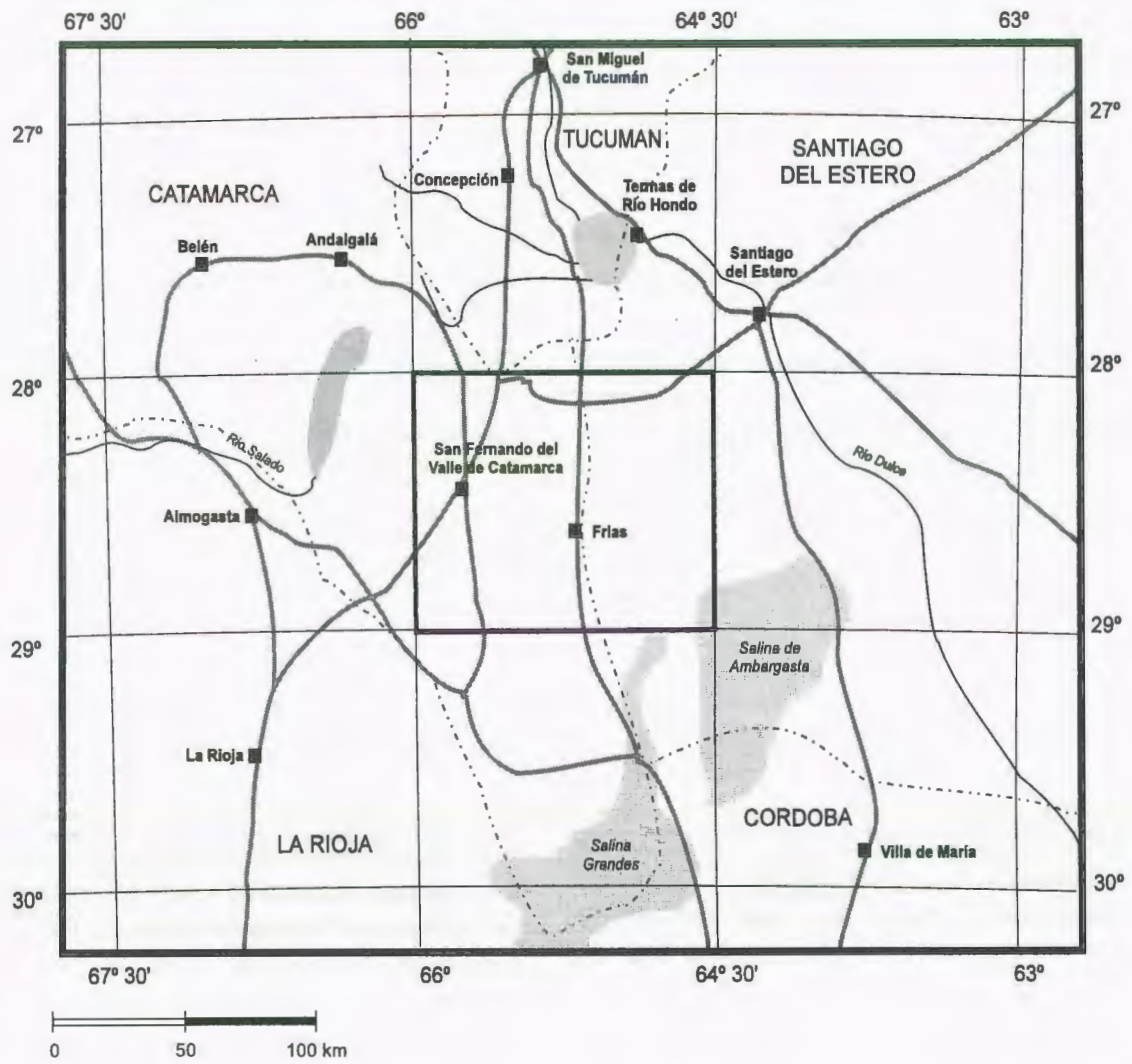


Figura 1: Mapa de ubicación

# GEOLOGIA

por Graciela Blasco, Roberto Caminos, Omar Lapido, Antonio Lizuaín,  
Hector Martínez, Francisco Nullo, José L. Panza y Liliana Sacomani

## 1. INTRODUCCION

### UBICACIÓN DE LA HOJA Y AREA QUE ABARCA

La Hoja 2966-II San Fernando del Valle de Catamarca se sitúa en partes de las provincias de Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán. Está limitada por los paralelos 28 y 29 de Latitud Sur y los meridianos 64° 30' y 66° de Longitud Oeste.

Los cordones montañosos más importantes de oeste a este son la serranía de Ambato que se continúa en el norte con la serranía del Manchao, la sierra del Colorado o sierra de Graciana, la serranía de Guayamba, la serranía del Alto o de Ancasti y la sierra de Guasayán. La dirección general de las elevaciones es norte-sur. Entre ellas se interponen valles como el del río de las Burras -río de Las Juntas-arroyo El Tala y el río del Valle que hacia el sur de la capital de la provincia de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, queda limitado por la sierra de Ancasti al oeste y la sierra de Ambato al este, ensanchándose notablemente y dando origen a bañados.

Entre la sierra de Ambato y la sierra de Guasayán se dispone otra amplia depresión atravesada latitudinalmente por ríos como Albigasta e Icaño.

Las poblaciones más importantes son San Fernando del Valle de Catamarca, Huillapima y La Merced en la provincia de Catamarca y Frías en la provincia de Santiago del Estero.

### NATURALEZA DEL TRABAJO E INVESTIGACIONES ANTERIORES

La presente hoja ha sido confeccionada siguiendo normas para la realización y presentación de hojas geológicas del Mapa Geológico Nacional de la Argentina a escala 1:250.000, de la Dirección Nacional del Servicio Geológico.

La confección de la Hoja incluyó un importante trabajo de recopilación del cual surgieron los temas a ampliar o los problemas a resolver en concordancia con la escala usada.

Los aportes geológicos básicos que se tuvieron en consideración fueron los de carácter regional como el de Beder (1928) sobre la sierra de Ancajón; los de González Bonorino (1978), Nullo (1981) y Battaglia (1982) que consisten en descripciones geológicas y mapeo de hojas en escala 1:200.000; y los de Aceñolaza y Toselli (1977), Aceñolaza et al. (1983) referidos especialmente a la sierra de Ancasti. Otros trabajos tenidos igualmente en consideración se citan en el texto.

## 2. ESTRATIGRAFIA

### RELACIONES GENERALES

El área de trabajo está ubicada geológicamente en la Provincia Geológica de Sierras Pampeanas.

El Basamento metamórfico, de edad precámbrica-paleozoica inferior, ocupa la mayor parte de la Hoja. En la porción centro oriental de la sierra de Ancasti afloran esquistos bandeados, micacitas cuaríferas y felsitas calcosilicáticas. También lo hacen en el sector noroeste de la Hoja extendiéndose de allí hacia el sur por la sierra de Ambato.

En Ancasti se mencionan muy escasos afloramientos de anfibolitas.

En una delgada franja en el borde oriental de la sierra de Ancasti, entre El Alto y Anjuli y más al sur, al este de Icaño, afloran esquistos cuaríferos micáceos con bandeamiento débil. Metacuarcitas, mármoles, dolomías y esquistos anfibólicos constituyen un afloramiento en forma de cuña en el este de la sierra de Ancasti, entre La Calera y El Vallecito. Asimismo, representan la totalidad de los asomos de metamorfitas en las sierras de Guasayán y Ancajón. En la sierra de Ancajón son comunes intercalaciones de anfibolitas bajo la forma de lentes de hasta decenas de metros de espesor.

Las tonalitas-granodioritas sintectónicas a tardio-tectónicas constituyen un conjunto de cuerpos elongados en sentido meridiano, que son local y parcialmente concordantes con la estructura (foliación) de las metamorfitas en que están alojados. Los cuerpos

más grandes, de hasta 10 km de longitud, se encuentran en la sierra de Ancasti.

En el sector nororiental de la sierra de Ancasti, desde Las Tunas hasta Albigasta, aflora un conjunto de gneises bandeados, migmatitas y esquistos biotíticos inyectados, asociados a más escasas metacuarcitas y esquistos micáceos. Los gneises bandeados, migmatitas y esquistos inyectados afloran en el oeste de la comarca, ocupando las cumbres y el borde oeste de la sierra de Ancasti, las sierras de Graciana y Fariñango y el flanco nororiental del cordón del Ambato, donde alternan con afloramientos de esquistos y micacitas bandeadas.

Los conglomerados y ortocuarcitas de la Formación Pozo Belgrano aparecen en afloramientos muy pequeños situados al este de la sierra de Guasayán, casi sobre el límite norte de la Hoja, sin conexión visible con las unidades tratadas anteriormente.

Las granodioritas-tonalitas biotíticas porfiroides con diferenciaciones gábricas comprenden los cuerpos de La Pampa y Albigasta, con diámetro mayor de hasta 5 km, y otros tres de dimensiones mucho menores ubicados en la sierra de Guasayán, que constituyen el Granito de Villa La Punta.

Al oeste de Albigasta se encuentran rocas gábricas macizas, de estructura granosa gruesa bien marcada, incluídas en el plutón tonalítico-granodiorítico, y parcialmente modificadas por el magma.

Las granodioritas-tonalitas biotíticas con diferenciaciones ácidas forman cuerpos intrusivos tipo stock (Calera del Sauce- La Pampa y Las Cañadas) y otros más pequeños y de forma aproximadamente subcircular (Baviano, Unquillo, Cerro Pabito) alojados en esquistos y gneises.

Los granitos biotítico-moscovítico-granatíferos tienen forma de cuerpos netamente intrusivos, de dimensiones variables, hasta stocks (El Manchao, Ambato, Los Divisaderos, Guasayán).

Las pegmatitas intruyen a las metamorfitas y, en menor medida, a las rocas plutónicas. Se las encuentra fundamentalmente en las sierras de Graciana y El Colorado, en el sector de El Alto-Unquillo, y principalmente en una larga franja de rumbo norte- sur que en el sector occidental de la sierra de Ancasti se extiende desde los Altos de la Cruz hasta El Chorro, pasando por El Taco, Anquincila e Ipizca.

Del paleozoico superior se presentan dos tipos de rocas volcánicas: las volcanitas de composición predominantemente ácida de la Formación Las Lomitas, que afloran al este y sureste de la sierra de Guasayán, en las localidades de Los Cerrillos, cerro Ichagón y cerro Rico y los basaltos de la Formación Ichagón cuya edad sería carbonífera superior- pérmica inferior.

En cuanto a las rocas sedimentarias, las areniscas rojas de la Formación Los Cerrillos, quizá equivalentes al Paganzo II, conforman una corrida norte sur, siempre al este de la sierra de Guasayán, desde el sur de la escuela los Cerrillos, siguiendo al norte y oeste del cerro Ichagón y en la entrada a Ancaján, hasta los que aparecen en el llano al sureste de la sierra, poco al sur del puesto las Barrancas y al suroeste del puesto 25 de Mayo.

Durante el Terciario, posiblemente durante el Mioceno-Plioceno inferior, se depositaron limo arcilitas yesíferas de la Formación Guasayán. Afloran en los alrededores de la sierra de Guasayán y en las adyacencias de la sierra de Ancasti. Poseen abundantes niveles yesíferos eventualmente explotables.

Hacia el oeste, sobre la peneplanicie inclinada de la sierra de Guasayán, aflora o tiene posición semi-aflorante. Puede observarse también en la vecindad de la sierra de Ancaján y hacia el oeste de la sierra de Guasayán.

El "Araucanense" conforma pequeños afloramientos de arcilitas y areniscas, en general de grano fino y con un gran aporte piroclástico, que se encuentran en la depresión entre San Antonio y La Merced, con rumbo N-S e inclinaciones de 20-25° al E. Al norte de La Merced, en el desvío a San Antonio se encuentra la mejor exposición.

En el Plioceno superior se depositaron los conglomerados y areniscas de la Formación Choya que afloran al sur y al este de la sierra de Ancaján y al sur de la de Guasayán con espesores de hasta seis metros. Forman lomadas suaves, entrecortadas, que se extienden interrumpidamente varios kilómetros hacia el sur, hasta poco al norte del puesto Buena Ventura. Estas acumulaciones presentan por lo general un rumbo N16°O con inclinaciones de 12°-20° al NE.

Los depósitos del Holoceno están constituidos por dos Niveles de Piedemonte, depósitos aluviales, eólicos, salinos y otros no diferenciados.

## 2.1 PRECAMBRICO-PALEOZOICO INFERIOR

### BASAMENTO METAMÓRFICO

#### Formaciones La Cébila, Ancasti, Infanzón (Pars.)

*Esquistos bandeados, micacitas cuarcíferas y felsíticas calcosilicáticas*

Esta unidad metamórfica aflora en una faja de rumbo norte-sur que ocupa la mayor parte de la sierra de Ancasti, en particular su porción central y centro-oriental, variando su ancho entre 15 y 45 km.

Sus principales componentes son esquistos bandeados grises y verdosos, entre los que se intercalan bancos lentiformes de micacitas cuarcíferas y de felsitas calco-silicáticas. El rasgo más notable en los esquistos es el bandeamiento, que está determinado por la alternancia de capas claras cuarzo-feldespáticas de 2- 40 mm de espesor y otras oscuras biotíticas de 1- 5 mm de potencia. A veces el bandeamiento es más grueso, con bandas que llegan a medir hasta 15-20 cm de espesor, de textura granosa y con grandes cristales de biotita. En muchos casos abundan las venas de cuarzo paralelas (primera generación) o transversales (segunda generación) al bandeamiento.

Otros afloramientos más pequeños de rocas semejantes, filitas y micacitas cuarzosas bandeadas, filitas anfibólicas, etc., se encuentran en las serranías del sector noroeste de la Hoja (González Bonorino, 1978), extendiéndose de allí hacia el sur por la sierra de Ambato, donde han sido descritas como Formación La Cébila (González Bonorino, 1951; Nullo, 1981). En Ancasti, Nullo (1981) menciona muy escasos afloramientos de anfibolitas.

En la sierra de Ancasti, según Willner et al. (en Aceñolaza et al., 1983), los esquistos y las micacitas cuarcíferas están constituidas fundamentalmente por biotita, moscovita, cuarzo y oligoclasa, minerales esenciales que sirven de matriz a porfiroblastos de almandino, cordierita, estauroilita y andalucita crecidos estáticamente. Los accesorios más comunes son apatita, circón, titanita, turmalina, magnetita e ilmenita. Las felsitas calco/silicáticas están compuestas por cuarzo, hornblenda, diópsido, granate, clinozoisita y andesina.

Los sedimentos originales, psamopelíticos, han sido quizás de origen turbidítico (grauvacas). Estas metamorfitas han sido reconocidas como Formación Ancasti (Aceñolaza y Toselli, 1977, 1981; Aceñolaza et al., 1983) en la sierra homónima, y corresponden a parte de la Formación Infanzón de Battaglia (1982).

#### **Complejo Sierra Brava (Miembro El Jumeal), Formación Infanzón (Pars.)**

*Esquistos cuarcíferos micáceos con bandeamiento débil*

Se trata de esquistos cuarcíferos micáceos con bandeamiento más fino y en general menos definido

que los anteriormente descritos, así como con una débil esquistosidad. Son de colores verdosos oscuros y predominantemente biotíticos.

El espesor de las bandas es comúnmente de 1-2 mm, llegando a veces hasta unos 10 mm, y los contactos entre ellas por lo general no son muy netos. Están formados por biotita y moscovita (en dos generaciones), cuarzo, escasa oligoclasa y almandino. En ciertos sectores se encuentran venas cuarzosas y pegmatoides concordantes con la esquistosidad, y casi siempre replegadas siguiendo el plegamiento del bandedado. En pocas oportunidades se observan esquistos anfibólicos, con delgados prismas de anfíbol (hornblenda).

Afloran en una delgada franja en el borde oriental de la sierra de Ancasti, entre El Alto y Anjuli, y más al sur al este de Icaño, siempre en contacto rápido y transicional con los esquistos bandeados.

Estas rocas forman parte del Miembro El Jumeal (Aceñolaza y Toselli, 1981) del Complejo Sierra Brava (Coira y Koukharsky, 1970), así como de la Formación Infanzón de Battaglia (1982).

#### **Complejo Sierra Brava (Miembro La Calera, Formaciones Ancajón y Abra del Martirizado)**

*Metacuarcitas, mármoles puros e impuros, dolomías y esquistos anfibólicos*

Esta unidad constituye un afloramiento en forma de cuña en el este de la sierra de Ancasti, entre La Calera y El Vallecito. Asimismo, representa la totalidad de los asomos de metamorfitas en las sierras de Guasayán y Ancajón.

Está compuesta principalmente por cuarcitas (70%), mármoles puros e impuros, esquistos cuarzomicáceos, esquistos anfibólicos, esquistos cuarzocalcáreos, dolomías y anfibolitas. En la sierra de Guasayán se encuentran algunas intercalaciones de micacitas gnéicas y gneises moscovítico-biotíticos de grano fino.

Las cuarcitas son rocas de grano fino y de colores claros, grises a blanco parduzcos, compuestas por cuarzo (81-85 %), micas y pequeñas cantidades de calcita, oligoclasa, microclino y grafito. Muy duras, forman crestones muy notorios. Intercalados entre las metacuarcitas se encuentran lentes de calizas macizas o débilmente esquistosas, muy duras y formando paquetes a veces espesos (10- 15 m), asociados también a esquistos. Son de color gris plomizo a gris claro y textura granosa en general fina. Los mármoles más puros están formados por calcita (89%) y algunas

impurezas de cuarzo, moscovita y grafito, mientras que los impuros presentan una cierta esquistosidad por la presencia de micas. Las escasas dolomías son macizas y están formadas por dolomita, calcita, cuarzo, moscovita y clorita.

Se encuentran asimismo esquistos cuarzo-micáceos y esquistos anfibólicos; estos últimos son lentes de color verde oscuro que se disponen en el contacto de los mármoles con las cuarcitas y esquistos. Intercalaciones de anfibolitas bajo la forma de lentes de hasta decenas de metros de espesor son comunes en la sierra de Ancaján.

Aceñolaza y Toselli (1977) las incluyeron dentro de la Formación Sierra Brava de Coira y Koukharsky (1970). Posteriormente (1981) se refieren al Miembro La Calera del Complejo Sierra Brava, denominación que mantienen Aceñolaza et al. (1983). Las rocas de las sierras de Ancaján y Ancasti son incluidas por Battaglia (1982) en la Formación Ancaján, mientras que las de la sierra de Guasayán constituyen la Formación Abra del Martirizado de dicho autor.

Con dudas se incluyen aquí a los afloramientos de los Tres Cerros, al oeste de la sierra de Guasayán, donde Beder (1928) y Battaglia (1982) describieron cuarcitas biotíticas de grano muy fino, no esquistosas. Posteriormente fueron consideradas como granulitas de grano fino, sin cuarzo y ricas en álcalis, por Minera TEA (1968), y como metatraquitas fonolíticas por Benito y Quartino (1985).

### Formaciones El Arbolito, La Majada (Pars)

#### *Tonalitas-granodioritas sin a tardiotectónicas*

Constituyen un conjunto de cuerpos elongados en sentido meridiano, que son local y parcialmente concordantes con la estructura (foliación) de las metamorfitas en que están alojados.

Los cuerpos más grandes, de hasta 10 km de longitud, se encuentran en la sierra de Ancasti (sector Ipizca- Amaná), pero numerosos cuerpos de tamaño pequeño a mediano (2 a 20 metros de espesor) y forma lenticular pueden observarse en ese mismo sector, en la ladera oriental del cordón El Manchao - Ambato y en las sierras de Fariñango y Graciana.

Son rocas grises, macizas, biotíticas, de grano medio y en general carentes de foliación. En algunos casos, hacia los cordones occidentales, se encuentran cuerpos más leucocráticos, tratándose de granitos biotíticos grises rosados de grano medio. Están inyectadas por venas pegmatoideas rosadas, a veces granatíferas.

Los contactos de estos cuerpos son netos y concordantes con la foliación de los esquistos, pero no hay ningún efecto de contacto de la plutonita sobre éstos. En general los cuerpos tabulares de tonalitas y granodioritas siguen los planos axiales del plegamiento de las metamorfitas, o bien de la gruesa estratificación cuando ésta es homoclinal.

Asimismo, estos cuerpos no son migmatizantes, ya que no inyectan ni metasomatizan a la roca de caja, salvo en forma muy local en los extremos de las lentes tonalíticas.

Se trataría de plutonitas en la mayor parte de los casos tardiotectónicas, por su concordancia y armonía con la estructura regional, y por carecer de aureola migmatítica.

Constituyen los "cuerpos graníticos sintectónicos" de González Bonorino (1978), parte de la Formación La Majada de Aceñolaza y Toselli (1977, 1981) y la Formación El Arbolito de Nullo (1981).

### Complejo Sierra Brava (Miembro El Jumeal), Formaciones Carreta Saltana, Infanzón (Pars.)

#### *Gneises y esquistos micáceos, migmatitas y metacuarcitas*

En el sector nororiental de la sierra de Ancasti, desde Las Tunas hasta Albigasta, aflora un conjunto de gneises bandeados, migmatitas y esquistos biotíticos inyectados, asociados a más escasas metacuarcitas y esquistos micáceos. Las cuarcitas y rocas esquistosas con poca inyección tienen analogías con las descritas anteriormente, mientras que las estructuras migmatíticas y las blastesis de las rocas inyectadas son en parte comparables con las de los gneises y migmatitas del área situada más al oeste.

El mejor desarrollo de las rocas gnéisicas y migmatíticas se observa en el área del dique Collagasta, donde se encuentra un conjunto de gneises de inyección o gneises migmatíticos, o bien esquistos biotíticos muy inyectados. Se observa una inyección de tipo venoso, lenticular, en ojos o lit-par-lit, de neosoma rosado pegmatoideo, cuarzo-feldespático, en partes paralela a la esquistosidad. El melanosoma es biotítico-moscovítico y de grano grueso.

En buena parte de los afloramientos se encuentran micacitas gnéisicas o esquistos inyectados, en grado muy variable pero siempre del tipo venoso-lenticular o como ojos claros. Estos esquistos muestran un bandado fino en bandas claras y oscuras, y es típico el gran desarrollo de las micas, en particular de moscovita.

Esta unidad fue incluida por Aceñolaza y Toselli (1981) y por Aceñolaza et al. (1983) dentro del Miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava. Asimismo, Battaglia (1982) usa el nombre de Formación Carreta Saltana para las rocas con mayor aporte ígneo, mientras que a las menos inyectadas las considera parte de la Formación Infañón.

### **Formaciones El Portezuelo, Ancasti (Miembro El Portezuelo), Los Divisaderos**

#### *Gneises bandeados, migmatitas y esquistos inyectados*

Consiste en un complejo metamórfico-migmatítico que aflora en el oeste de la comarca, ocupando las cumbres y el borde oeste de la sierra de Ancasti, las sierras de Graciana y Fariñango y el flanco nororiental del cordón del Ambato, donde alterna con afloramientos de esquistos y micacitas bandeadas.

Sus principales constituyentes son gneises granulados y gneises migmatíticos de textura bandeda o lit-par-lit, así como esquistos gnéisicos o micacitas gnéisicas de tipo venoso, compuestos por cuarzo, plagioclasa, biotita, sillimanita y/o cordierita.

El neosoma consiste en un metatecto granitoideo, de composición tonalítica a granodiorítica, de grano uniforme fino a mediano y color blanquecino, que al mezclarse con el paleosoma determina migmatitas de texturas flebíticas, estromatíticas, oftalmíticas y agmatíticas. La disposición de este material leucocrático es venosa-nodulosa a lenticular, o bien en forma de ojos o nidos. Hay además un neosoma pegmatoido ligeramente rosado, granatífero, que origina migmatitas de texturas estromatíticas y flebíticas. Esta venación produce modificaciones en el paleosoma, donde aumenta el tamaño de grano, se hace más evidente la biotita, el bandeamiento es más acentuado y aparece moscovita en metacristales grandes.

Se suelen observar paquetes de hasta 4 m de bancos inyectados (micacitas gnéisicas o esquistos venosos) y no inyectados (esquistos finamente bandeados). Los pasajes entre ambos pueden ser muy rápidos o bien gradacionales. El control parece ser la composición original, la que determina los cambios litológicos posteriores.

Esta unidad corresponde a los "Esquistos inyectados y migmatitas" (González Bonorino, 1978), Formación El Portezuelo (Aceñolaza y Toselli, 1971; Aceñolaza et al., 1983) o Miembro El Portezuelo de la Formación Ancasti (Aceñolaza y Toselli, 1981). Nu-

llo (1981) incluyó estas rocas dentro de la Formación Los Divisaderos, junto con los cuerpos leptó o postectónicos de composición granítica.

### **Formación Pozo Belgrano**

#### *Conglomerados y ortocuarcitas semimetamórficas*

Esta unidad submetamórfica determinada por Battaglia (1982) aparece en afloramientos muy pequeños situados al este de la sierra de Guasayán, casi sobre el límite norte de la Hoja, sin conexión visible con las unidades tratadas anteriormente.

Está compuesta por ortocuarcitas micáceas, a veces conglomerádicas, ligeramente metamorfizadas, con esquistosidad incipiente. Además de granos de cuarzo contienen plagioclasa y una matriz de cuarzo fino, clorita, sericita y biotita desferrizada.

Con dudas se incluye en esta unidad a un reducido asomo de rocas pelíticas leptometamórficas, clasificadas como semiesquistos filíticos, aflorantes en la cantera La Florida (Minera TEA, 1968).

### **Grado y edad del metamorfismo regional y de la deformación**

Según los estudios de Willner y Miller (1982), Willner (1983, en Aceñolaza et al., 1983), y Knüver (1983 a, b, en Aceñolaza et al., 1983), en la sierra de Ancasti los más antiguos episodios de metamorfismo regional (M1 y M2) ocurridos en la secuencia metasedimentaria fueron de grado bajo y habrían tenido lugar durante el Cámbrico, en relación con las primeras fases de plegamiento (D1 y D2). El grado de metamorfismo regional más alto (M3) se habría alcanzado en el Ordovícico, llegando progresivamente a la zona de cordierita-sillimanita-feldespató K, la que se produjo en relación sin- a postcinemática con respecto a la fase de plegamiento D3. La migmatización se considera también esencialmente sincinemática, como habían señalado anteriormente González Bonorino (1950) y otros autores. Las zonas de cordierita-estauroлита y de almandino, indica Knüver (1983) se habrían alcanzado algo más tardíamente y en condiciones de cristalización postcinemática. Un último episodio de metamorfismo regional, de carácter retrogresivo (clorita-moscovita-cuarzo) se produjo en el Silúrico, en relación sin- a postcinemática con respecto a la última fase plegante (D4). En el Devónico-Carbonífero inferior ocurrieron fenómenos de cataclisis y milonitización, vinculados posiblemente con

fracturación en bloques y ascenso orogénico (Knüver, 1983; González Bonorino, 1950; Caminos, 1979; Nullo, 1981). Recientes estudios radimétricos (Bachmann y Grauert, 1987 a, b) indican cristalización de almandino con edades de 540-580 Ma, lo cual demostraría que ya en el Proterozoico superior-Cámbrico se había alcanzado un grado de metamorfismo regional mayor que el supuesto anteriormente.

### PLUTONITAS POSTTECTÓNICAS

Comprenden numerosos cuerpos intrusivos, de contorno subelíptico a subcircular y diámetros de 1 a 2 km hasta dimensiones tipo stock, emplazados discordantemente en rocas esquistosas y gneísicas en condiciones netamente postcinemáticas, sin producir ningún tipo de efecto migmatizante ni aureola térmica.

Los contactos con la roca de caja (principalmente esquistos bandeados, esquistos micáceos y gneises) son netos y discordantes, típicos de una intrusión magmática posttectónica.

No se observan fenómenos térmicos ni penetraciones sálicas provenientes de las plutonitas, ni en los contactos con la caja ni en los numerosos xenolitos esquistosos que éstas incluyen.

Por las relaciones entre los granitoides y su caja metamórfica, y por la gran cantidad de xenolitos incluidos, se trata de zonas marginales del plutón (techo o paredes).

Han sido denominados "cuerpos graníticos leptotectónicos" (González Bonorino, 1978), Formación La Majada (pars.), (Aceñolaza y Toselli 1977, 1981); Formación Los Divisaderos (pars.) (Nullo, 1981) y Formación El Alto (Battaglia, 1982).

### Granodioritas-Tonalitas biotíticas porfiroideas (con inclusiones gábricas)

Comprenden los cuerpos de La Pampa y Albigasta, con diámetro mayor de hasta 5 km, y otros tres de dimensiones mucho menores ubicados en la sierra de Guasayán, los que constituyen el Granito de Villa La Punta (Minera TEA, 1968).

Son granodioritas y tonalitas macizas, de grano grueso, inequigranulares y porfiroideas, a menudo seriadas. En ellas se destacan megacristales de feldespato potásico rosado, la presencia de abundante biotita fresca y la relativa escasez de cuarzo (en el plutón de Albigasta se llega a variedades monzograníticas).

Además de una gran cantidad de xenolitos esquistosos, la roca de Albigasta aloja inclusiones oscuras

biotíticas de grano fino, ovoidales, con metacristales metasomáticos aislados de feldespato potásico y escasa biotita.

Al oeste de Albigasta se encuentran rocas gábricas macizas, de estructura granosa gruesa bien marcada, incluidas en el plutón tonalítico-granodiorítico y parcialmente modificadas por el magma.

### Granodioritas-Tonalitas con diferenciaciones ácidas

Forman cuerpos intrusivos tipo stock (Calera del Sauce- La Pampa y Las Cañadas) y otros más pequeños y de forma aproximadamente subcircular (Bavianno, Unquillo, Cerro Pabulo) alojados en esquistos y gneises.

Son rocas grises, macizas, de grano mediano a grueso a veces bastante alteradas. Tienen una tosca foliación dada por la orientación de láminas de biotita, que sería protoclástica, originada por el flujo magmático. Algunos xenolitos se disponen también paralelos a la foliación.

Se observan, como fase póstuma del plutón tonalítico granodiorítico, diferenciaciones graníticas o granítico-pegmatíticas de color rosado, a veces turmalínicas; se disponen como masas irregulares o como diques aplítico-pegmatíticos de hasta 50 cm de espesor, e incluyen también algunos xenolitos esquistosos.

### Granitos biotíticos-moscovíticos y moscovíticos-granatíferos

Se presentan formando cuerpos netamente intrusivos, de dimensiones variables, hasta stocks (El Manchao, Ambato, Los Divisaderos, Guasayán).

Entre los cuerpos más importantes pueden citarse los de El Manchao, Ambato y Las Juntas en la sierra de Ambato, los de Los Mudaderos (Santa Rosa), Sauce Guacho, Sauce Mayo, El Alto, Vilismán, El Taco, Los Divisaderos, Banda de los Pedraza y Puerta de Alteaga en la sierra de Ancasti, y los de la sierra de Guasayán, Ancaján y Cerro Rico en el área oriental de la comarca.

Son rocas de color rosado o rojizo hasta gris claro, según su grado de alteración, y casi siempre inequigranulares, con variación del tamaño de grano desde fino hasta grueso y pegmatóideo. Son típicas las variedades porfiroideas en las que se destacan megacristales euedrales, prismáticos, de microclino de 2 a 3 centímetros.



Típicos granitos de dos micas, en general con ligero predominio de la biotita sobre la moscovita (excepto el cuerpo de El Alto que es un granito moscovítico-granatífero). La presencia de turmalina y mineralización de fluorita se observa en los granitos de Los Mudaderos, Sauce Guacho y El Alto.

En muchos casos contienen abundantes xenolitos de rocas esquistosas de variadas dimensiones, algunos de ellos ligeramente orientados, en los que no se observan fenómenos de reacción y sólo ocasionalmente la penetración de aisladas venas y venillas graníticas.

### Pegmatitas

Cuerpos pegmatíticos tabulares o lenticulares se encuentran intruyendo a las metamorfitas y, en menor medida, a las rocas plutónicas, a las que se asocian como fase póstuma de la intrusión granítica.

Son en su mayor parte cuerpos subparalelos concordantes con la estructura regional del basamento de la comarca, si bien en algunos casos son netamente discordantes y en otros casos en parte concordantes y en parte discordantes.

Se las encuentra fundamentalmente en las sierras de Graciana y El Colorado, en el sector de El Alto-Unquillo y principalmente en una larga franja de rumbo norte-sur que en el sector occidental de la sierra de Ancasti se extiende desde los Altos de la Cruz hasta El Chorro, pasando por El Taco, Anquincila e Ipizca.

El tamaño varía desde decímetros de espesor hasta 150 m, si bien las potencias más frecuentes oscilan entre 2 y 10 m, con engrosamientos locales. Las longitudes máximas son de 100 a 200 m y hasta 500 metros. La posición más corriente de los cuerpos es subvertical o con inclinaciones altas.

Sus contactos con la roca de caja son por lo general netos, bien definidos, si bien en pocos casos son algo difusos y transicionales. En muchos casos suelen emitir apófisis y venas delgadas que inyectan a la roca de caja.

Desde el punto de vista petrográfico son pegmatitas simples, tanto en composición como en estructura interna, diferenciándose a lo sumo unas pocas zonas (en general, marginal, externa y núcleo).

Mineralógicamente las pegmatitas de Ambato y Graciana se caracterizan por su riqueza en moscovita, las de el área de Vilismán por espodumeno y las de Unquillo y Anquincila por berilo y turmalina.

### Edad de los granitos postectónicos

Numerosas dataciones radimétricas por los métodos Rb/Sr o K/Ar se han realizado sobre estas rocas, principalmente en la sierra de Ancasti (Knüver, en Aceñolaza et al., 1983).

Entre los cuerpos datados deben citarse los de Calera del Sauce-La Pampa, Albigasta, El Alto, El Taco, Las Cañadas, Sauce Guacho, Los Mudaderos y Guasayán.

Como resultado, pueden distinguirse varias fases de actividad plutónica, pero a causa de la casi interrumpida actividad metamórfica y magmática que se observa desde el Cámbrico medio hasta el Carbonífero Inferior, es difícil separar acontecimientos independientes, debido a la sobreimposición de eventos que pueden haber rejuvenecido algunas edades isotópicas.

Sin embargo, pueden reconocerse un ciclo magmático principal en el Ordovícico y otro en el Devónico Superior-Carbonífero Inferior.

## 2.2 PALEOZOICO SUPERIOR

### Formación Las Lomitas

#### *Volcanitas ácidas y sus tobas*

Volcanitas de composición predominantemente ácida (riolitas, pórfiros riolíticos y sus tobas) afloran al este y sureste de la sierra de Guasayán, en las localidades de Los Cerrillos, cerro Ichagón y cerro Rico.

Estas rocas fueron denominadas "Rocas volcánicas del Gondwana" por Beder (1928), mientras que Battaglia (1982) las incluyó dentro de las Formaciones Jumeal (o La Ripiera), para volcanitas y tobas alteradas y silicificadas, y Las Lomitas, para referirse a rocas de igual composición pero poco o nada alteradas. La Formación Sol de Mayo (Battaglia, 1982), constituida por tobas vitrocristalinas y brechosas, se incluye también en esta unidad.

Litológicamente se observan riolitas muy fluidales en Los Cerrillos, asociadas a tobas vitrocristalinas y brechas de igual composición, mientras que en Las Lomitas, al norte de la anterior, aparecen volcanitas ácidas desvitrificadas y silicificadas. En el cerro Ichagón aparece un perfil integrado por riolitas afaníticas en la base, brechas y vitrófiros riolíticos, y tobas también ácidas. En el cerro Rico, Beder (1928) menciona tobas rojizas similares a las del cerro Ichagón.

Temporalmente estas rocas serían de edad pre-carbonífera superior por estar infrayaciendo a basaltos de la Formación Ichagón, de esa edad. Battaglia (1982) las ubica con dudas en el Devónico medio a superior, hasta el Carbonífero.

## Formación Ichagón

### *Basaltos*

Se trata de un complejo de volcánicas básicas que afloran al norte, sur y oeste del cerro homónimo, y en una estrecha franja en Los Cerrillos.

El autor de la denominación es Battaglia (1982), mientras que Beder (1928) se refirió a estas rocas como "meláfiro, asociados a las rocas del Gondwana".

Por su parte, Minera TEA (1968) considera que se trata de una sucesión mantiforme de basaltos de distintos tipos y, por lo menos, tres niveles de areniscas continentales rojas. A este conjunto (que incluye lo que aquí se denominan Formaciones Ichagón y Los Cerrillos), lo correlacionan con la Formación Pirgúa del Cretácico.

Son basaltos olivínicos de grano fino, más raramente porfíricos, color gris oscuro y macizos, si bien en ocasiones son vesiculares o amigdaloides, con cavidades rellenas o tapizadas por calcita, zeolitas, óxidos de hierro y cloritas.

Beder (1928) los refirió con dudas al Triásico, mientras que Battaglia (1982) los asignó al Cretácico inferior por comparación con rocas de esa edad aflorantes en las sierras de Córdoba.

Sin embargo, dataciones radimétricas por el método K-Ar sobre roca total efectuadas sobre basaltos de Los Cerrillos e Ichagón arrojaron edades de  $280 \pm 10$  y  $295 \pm 10$  Ma, lo que los ubica en el Carbonífero superior más alto a Pérmico inferior bajo (Ruiz Huidobro, 1973).

## Formación Los Cerrillos

### *Areniscas rojas*

Esta unidad, definida por Battaglia (1982), está integrada por areniscas continentales de color rojo morado, bien estratificadas, con rumbo variable predominando el oeste-noroeste. Se les asigna en parte una génesis posiblemente eólica, y un espesor aproximado de unos 340 m (Minera TEA, 1968).

Beder (1928) las denominó Formación del Gondwana, mientras que Minera TEA (1968) las incluye

dentro de la Formación Pirgúa, asociadas con los basaltos antes descriptos.

Los afloramientos de esta unidad conforman una corrida norte sur, siempre al este de la sierra de Guasayán, desde el sur de la escuela Los Cerrillos, siguiendo al norte y oeste del cerro Ichagón y en la entrada a Ancaján, hasta los que aparecen en el llano al sureste de la sierra, poco al sur del puesto las Barrancas y al suroeste del puesto 25 de Mayo.

El afloramiento de Los Cerrillos se encuentra cubierto discordantemente por la Formación Guasayán; se extiende a lo largo de 3800 m en dirección N-S con un ancho de 50 metros. Los bancos poseen un rumbo de S 50°E e inclinan 9° al NE, siendo mencionados en la literatura con inclinaciones que llegan hasta los 45°. Está integrado por areniscas rojo moradas bien seleccionadas, estratificadas en bancos de diez a treinta centímetros de espesor con laminación diagonal.

En el cerro Ichagón constituyen varios montículos sobre el costado occidental de la ruta provincial 24; se apoyarían discordantemente sobre la Formación Las Lomitas y presentan estratificación de tipo fluvial.

El afloramiento ubicado al sur del puesto las Barrancas está constituido por areniscas y bancos finos de conglomerados, de color rojo ladrillo de génesis fluvial con un espesor visible de 4 metros.

Entre los afloramientos del NE y los del SE se ha localizado a esta Formación en perforaciones en la estación La Punta, San Bernardo y Villa Mercedes.

Esta unidad se considera suprayacente al Basalto Ichagón y litológicamente es correlacionable con la Formación La Antigua (Coira y Koukharsky, 1970) equivalente al Paganzo II.

Beder (1928) les asigna edad probablemente triásica, mientras que otros autores (Minera TEA, 1968; Battaglia 1982; Alvarez et al. 1990) consideran a las areniscas rojas como pertenecientes al Cretácico, por asociación con las capas rojas interdigitadas con lavas basálticas nefelínicas del este de Sierras Pampeanas de Córdoba o con los depósitos cretácicos del Noroeste argentino.

## 2.3 CENOZOICO

### 2.3 1. TERCIARIO

#### 2.3.1.1. Mioceno-Plioceno

## Formación Guasayán

### *Limo-arcilitas yesíferas*

La Formación Guasayán Battaglia (1982) aflora en los alrededores de la sierra de Guasayán y en las adyacencias de la sierra de Ancasti.

Según dicho autor, su espesor total alcanza los 400 m, pero la potencia observada en superficie no supera los 5 ó 6 m que, generalmente, se limitan a su parte superior la cual posee abundantes niveles yesíferos eventualmente explotables.

La base estaría expuesta en Villa Guasayán, donde arcillas rojizas se apoyan sobre el basamento en discordancia angular.

Hacia el oeste, sobre la peneplanicie inclinada de la sierra de Guasayán, aflora o tiene posición semiaflorante hasta unos 10 kilómetros. Puede observarse también en la vecindad de la sierra de Ancajón y hacia el oeste de la sierra de Guasayán.

Litológicamente se caracteriza por una espesa acumulación de arcilitas verdosas y amarillentas que en su parte superior contiene numerosas intercalaciones de yeso y delgados bancos de tobas.

Dentro del ámbito de la sierra de Ancasti, está distribuida por el norte, en las localidades de las Tunas y Ampolla, y por el este en Achalco, Anjuli, Baviano y al sur de Icaño. En el ámbito de la sierra de Guasayán se encuentran los principales depósitos de toda la comarca, que comprenden toda su ladera occidental (La Calera, Conzo, Alto Bello, San Pedro) y se extienden hacia el sur hasta Pozancones.

Al este de la sierra se presenta en asomos discontinuos cerca de Guampacha, Pampa Pozo, Los Cerrillos y al noreste de Villa La Punta. Siguiendo hacia el sur los afloramientos se continúan entre la estación La Punta hasta estancia Sobremonte y pueden encontrarse también en Inti-Huasi, Santa Cruz, El 25 y Pozo del Chañar.

Este paquete sedimentario muestra un rumbo general norte-sur, e inclinaciones de 4° al este, y 4° al oeste, con la sierra de Guasayán como eje.

Battaglia (1982) asigna a esta Formación al Mioceno, por correspondencia litológica con otras unidades de la ingresión miocena, y por la existencia de un foraminífero marino en una perforación ubicada en la localidad de Bandera (al este de la sierra de Guasayán). Cabe mencionar que Minera TEA (1968) se refiere a esta unidad como Formación Río Salí mientras que Aceñolaza et al. (1983) la denominan Formación Portillo.

Debido a la presencia de varios niveles de tobas observables en los bancos superiores de esta unidad, sería posible efectuar una correlación entre ellos y los niveles inferiores distales de los depósitos del "Araucanense".

## "Araucanense"

### *Areniscas tobáceas y arcilitas*

Son pequeños afloramientos de arcilitas y areniscas en general de grano fino y con un gran aporte piroclástico; muy bien estratificadas, se encuentran en la depresión entre San Antonio y La Merced, con rumbo N-S e inclinaciones de 20-25° al E. Al norte de La Merced, en el desvío a San Antonio se encuentra la mejor exposición; son ocho metros de bancos finos de arcilitas y limos arcillosos gris verdoso con intercalaciones de areniscas tobáceas blanquecinas muy micáceas, que presentan estructuras sedimentarias uni y bidireccionales.

Estos depósitos son asignados al "Araucanense" por González Bonorino (1978), por comparación con depósitos similares aflorantes al norte de esta región.

Con dudas se asignan a esta unidad los depósitos pefíticos de la Formación Sanca (Nullo, 1981) aflorantes al este del aeropuerto de Catamarca.

## 2.3.1.2 Plioceno

### Formación Choya

#### *Conglomerados y areniscas*

Definida por Battaglia (1982) y equivalente a los "Rodados de Choya" de Beder (1928), constituye un fanglomerado con rodados del basamento cristalino y rocas volcánicas ácidas, con matriz de arena, limo y arcilla, y con algunas delgadas capas de yeso.

Aflora al sur y este de la sierra de Ancajón y al sur de la de Guasayán, con espesores de hasta seis metros.

Forma lomadas suaves, entrecortadas, que se extienden interrumpidamente varios kilómetros hacia el sur, hasta poco al norte del puesto Buena Ventura. Estas acumulaciones presentan por lo general un rumbo N 16° O con inclinaciones de 12-20° al NE.

Beder (1928) asignó estas capas al Terciario subandino y Battaglia (1982) las correlacionó con la Formación Santa Florentina de De Alba (1972), considerándola como Plioceno superior.

## 2.3.2. CUATERNARIO

### 2.3.2.1. Pleistoceno

#### Formación Concepción

##### *Fanglomerados*

Se utiliza la denominación propuesta por Fidalgo, (en Nullo, 1981) para referirse a los sedimentos agrupados en el Primer nivel de Piedemonte.

Los afloramientos de esta unidad se extienden, de oeste a este, al pie oriental de la sierra de Ambato; al pie occidental de las sierras de Graciana y de Ancasti, en el pie oriental del Ancasti y a ambos lados de la sierra de Guasayán.

Generalmente constituyen retazos adosados en parte al frente de montaña; los del Ambato se extienden desde la ciudad de Catamarca casi en continuidad hasta el límite sur de la comarca. En el pie occidental del Ancasti son escasos y saltuarios desde Huaycama hacia el sur; en cambio son prácticamente continuos desde la localidad mencionada hacia el norte. En el borde oriental del Ancasti, sólo se hallan escasos remanentes entre las localidades de Las Cañas y Cortaderas, mientras que en la sierra de Guasayán quedan relictos aislados desde Villa La Punta hacia el norte.

Los dispuestos en el pie del Ambato son fanglomerados, con rodados de tamaño grava mediana a gruesa, compuestos por esquistos, migmatitas y rocas graníticas; composición semejante tienen los que se hallan bordeando la sierra de Guasayán, mientras que los del pie del Ancasti poseen una mayor cantidad de rodados de esquistos.

Se ha asignado esta unidad al Pleistoceno s. I.

### 2.3.2.2 Holoceno

#### Formación Coneta

##### *Fanglomerados, arenas y limos*

Se agrupan en esta denominación los sedimentos considerados como Segundo Nivel de Piedemonte, siguiendo a Nullo (1981). Se hallan más extendidos que los de la Formación Concepción, bordeando a la misma en los frentes de montaña del Ambato, Ancasti y Guasayán.

Litológicamente son limos arenosos, limos e intercalaciones de fanglomerados; la estratificación es caótica y responde a flujos no encauzados.

Los afloramientos mencionados se han integrado en esta unidad de mapeo, pero pueden corresponder a

diferentes pulsos del levantamiento de los bloques de sierras.

#### Depósitos aluviales, eólicos, salinos e indiferenciados

Los depósitos aluviales se hallan en la gran depresión tectónica del valle de Catamarca y en el amplio y colmatado valle entre las sierras de Ancasti y Guasayán. Litológicamente comprenden arenas finas a gruesas, gravas y rodados tamaño bloque.

Los depósitos eólicos se hallan en ambas márgenes del río del Valle. Son lomadas suaves constituidas por arenas finas a medianas cuyos componentes minerales principales son cuarzo, mica y feldespato. También se encuentran depósitos de loess en la parte cuspidal de la sierra de Ancasti, donde se hallan mejor preservados, ya que se extienden en forma discontinua en todo el ámbito de la Hoja. En la primer localidad son limos arcillosos con espesores de hasta 11 m (Nullo, 1981).

Los depósitos salinos están principalmente desarrollados en el extremo sureste de la Hoja, en el borde de la salina de Ambargasta.

Todos estos depósitos han sido asignados al Holoceno.

## 3. TECTONICA

### DEFORMACIONES DEL BASAMENTO

Diversos trabajos efectuados sobre todo en la sierra de Ancasti (Willner, en Aceñolaza et al., 1983) han permitido determinar que las estructuras de las rocas metamórficas se han producido de manera polifásica, habiendo sido reconocidas varias fases de plegamiento y deformación presentes también en otras Sierras Pampeanas (Toselli et al., 1992). Según los resultados radimétricos, los diferentes episodios de deformación plegante (D1 a D4) -acompañados de metamorfismo regional y desarrollo de distintas superficies de esquistosidad- se habrían producido dentro del lapso Cámbrico a Silúrico, alcanzando su máxima identidad alrededor del límite Cámbrico-Ordovícico (Rapela et al., 1992).

El rasgo principal de las rocas metamórficas es la esquistosidad con bandeamiento muy marcado, observado en todo el Ancasti y flanco oriental del Ambato y sierra del Colorado. Este plano S2 de esquistosidad con bandeamiento tiene un rumbo aproximado norte-sur, con variaciones entre N 15 W y 15 E e inclinaciones cercanas a la vertical.

La superposición de varias fases hace difícil la observación de la estratificación original (S<sub>0</sub>), la cual se verifica sólo en unos pocos lugares (como en la sierra de Graciana) como una alternancia de capas esquistosas fuertemente laminadas con otras cuarcíticas macizas.

Se encuentran abundantes evidencias del plegamiento F<sub>2</sub> que pliega a la esquistosidad S<sub>2</sub>, pero no hay casi evidencias de la fase F<sub>1</sub> que plegó a la estratificación sedimentaria y produjo el desarrollo de S<sub>2</sub>. Ambas bandas gruesas y finas del bandeo de los esquistos están marcadamente plegadas o microplegadas en forma conjunta. En algunos casos, en las banditas claras más delgadas (y en menor escala en las oscuras) se notan ejemplos de lenticularidad y anastomosis (origen blastomilonítico?). En todos los casos la blastesis simultánea y/o posterior ha sido muy fuerte, como lo indica la gran cantidad de biotita gruesa y de granate.

En lugares aparece un nuevo plano de ruptura (clivaje de fractura) que corta al bandeamiento fino y al grueso. Es una trasposición incipiente y local, no generalizada, pero a veces bien marcada. Por lo general no penetrativa, suele limitarse a las bandas biotíticas oscuras más gruesas. En Ancasti y Ambato suele tener rumbo N 30-40 W y es casi vertical. En la sierra del Colorado esta superficie S<sub>3</sub> ya pasa a ser una segunda esquistosidad con bandeamiento claro y oscuro paralelo y con recristalización y alineación de minerales micáceos. Pero sigue siendo selectiva pues no corta a los niveles más laminados.

A partir del Silúrico el basamento comenzó a comportarse como un elemento relativamente rígido y en proceso de rápido enfriamiento (Jordan et al., 1989). No se produjeron nuevos plegamientos y las deformaciones (D<sub>5</sub>) ocurridas durante el Devónico-Carbonífero inferior consistieron principalmente en fracturas y fajas de milonitización.

#### MOVIMIENTOS NEOPALEOZOICOS

Tanto en éstas como en otras Sierras Pampeanas, el intervalo Devónico superior-Carbonífero inferior se caracterizó, diastóricamente, por importantes movimientos de ascenso cortical. La erosión consecuente con el levantamiento orogénico promovió la denudación del basamento ígneo-metamórfico hasta niveles de considerable profundidad (Caminos, 1972). Las paragénesis metamórficas y las estructuras miloníticas de las rocas expuestas ya a mediados del Carbonífero evidencian un proceso de denudación rápido que descubrió terrenos situados originalmente

a 10-15 km por debajo de la superficie (Toselli et al., 1985). Otra consecuencia de este proceso fue el desarrollo de un extenso plano de erosión regional-la peneplanicie pre-Paganzo-cuyos rasgos originales aún se conservan bajo la cobertura sedimentaria carbonífero-pérmica.

Con los movimientos neopaleozoicos se produjo además, previamente a la depositación del Grupo Paganzo, el más antiguo fracturamiento en bloques reconocible en las Sierras Pampeanas. Muchos de los lineamientos estructurales que se observan en las sierras de Ambato, Ancasti y otras menores, se deben probablemente a fracturas de esa edad.

El fallamiento en bloques ascendidos diferencialmente formó un conjunto de serranías con una configuración semejante a la actual, en la que alternaban cordones montañosos con áreas de sedimentación continental. En algunos lugares ha habido muy escaso movimiento, o ninguno, desde la época en que se acumularon los sedimentos neopaleozoicos. Los depósitos carbonífero-pérmicos del extremo sur de las sierras de Ambato y Ancasti, por ejemplo, que se acumularon en depresiones tectónicas, se encuentran actualmente en posición subhorizontal, de lo cual puede deducirse, según Nullo (1984), que dichas sierras se encontraban sobre elevadas con anterioridad a su depositación.

Debido probablemente a los repetidos esfuerzos compresivos a que estuvo sometida la región desde entonces, se mantuvo un sistema de fracturamiento de rumbo predominantemente norte-sur, que fue reactivado quizás en forma casi permanente. En muchos casos los planos estructurales preexistentes-superficies de esquistosidad eopaleozoicas o planos de fracturas neopaleozoicas-controlaron el diseño del fallamiento cenozoico.

#### MOVIMIENTOS CENOZOICOS

La reactivación de las fracturas paleozoicas y la creación de otras nuevas mediante movimientos ocurridos durante el Cenozoico, principalmente hacia fines del Terciario, dio como resultado la actual conformación de las Sierras Pampeanas como típicas montañas de bloque. Según González Bonorino (1950a), las fracturas que limitan estos bloques son fallas inversas cuyos planos resultan cóncavos hacia arriba y tienden a horizontalizarse al aumentar la profundidad. Diversos autores posteriores han apoyado dichas conclusiones (Caminos, 1972; Baldi et al., 1975; Mon, 1976; Nullo, 1981; Jordan et al., 1986; Introcaso et al., 1987).

Aunque fuera de los Andes propiamente dichos, las Sierras Pampeanas pueden considerarse tectónicamente incluídas en la zona orogénica Andina, subyaciendo un segmento en el cual la placa de Nazca presenta un ángulo de subducción cercano a la horizontal (Jordan et al., 1986). En su condición de bloques rígidos fracturados por compresión, constituyen un ejemplo de deformación del basamento en un antepaís adyacente a una faja orogénica. Las investigaciones de Jordan et al. (1986) acerca de la antigüedad y duración de la deformación tardío-cenozoica concluyen en que estos movimientos comenzaron, como máximo, no antes de los últimos 10 Ma, habiendo permanecido muchas fracturas activas aún durante el Cuaternario. Coincidiendo con González Bonorino (1950a) y autores posteriores, estiman que los bloques montañosos fueron elevados por fallas inversas, lístricas en su mayoría, con rechazos verticales de dos a ocho kilómetros en las estructuras mayores.

En lo que concierne al desplazamiento horizontal, González Bonorino (1950b) indica que éste ha sido insignificante. En efecto, en los bloques basculados la inclinación de la superficie de erosión neopaleozoica sugiere rotación más que traslación a lo largo de un plano de corrimiento. Coincidentemente, Jordan et al. (1986) estiman que el rechazo horizontal de las fallas es aproximadamente igual al rechazo vertical, y calculan para todo el sistema montañoso un acortamiento total no mayor de 10 a 20 km, o sea del orden del 2 %.

De acuerdo con este mecanismo, en la Hoja descripta se constituyó un sistema de bloques volcados hacia el oriente cuyas fallas inversas se localizan en los bordes occidentales de las sierras. La sierra de Guasayán responde a este esquema, sólo que el juego de fallas se presenta en su borde oriental, con inclinación del bloque hacia el este. Estas fracturas se interpretan como fallas antitéticas de igual edad (véase el perfil estructural adjunto), ya que depósitos carbonífero-pérmicos se disponen en el lado este de la serranía.

El mayor bloque montañoso en esta Hoja es la sierra de Ancasti y la fractura más importante la falla inversa de rumbo general norte-sur que la limita por el oeste. Aceñolaza et al. (1983) estiman para esta fractura, denominada falla del Valle de Catamarca-Paclín, un resalto que, en el segmento septentrional, varía entre 1000 y 2000 metros; a la latitud de Huillapima, Nullo (1981) calcula un rechazo mínimo de 900 m, que disminuye gradualmente hacia el sur. Jordan et al. (1986, Fig. 4, D) deducen un rechazo total (en el que podrían haber participado incluso movimientos pre-

cenozoicos) de alrededor de 2000 metros; según dichos autores, en esta falla la inclinación del plano oscilaría entre 45 y 60 al este, llegando a una posición horizontal a una profundidad de 10 a 16 kilómetros. Los registros sísmicos y la deformación de los depósitos cuaternarios adyacentes indican que esta fractura puede considerarse aún activa (Eremchuk et al., 1981).

Dentro del mismo bloque de Ancasti se encuentran fracturas menores, algunas paralelas a la falla principal o desviadas hacia el oeste con ángulo moderado, y otras francamente transversales (Nullo, 1981). Entre las primeras, Aceñolaza et al. (1983) señalan las fallas de Mina Dal y Santa Rosa, situadas en el sector septentrional de la sierra; al mismo juego pertenecería la falla de Alijilán, de apreciable rechazo, ubicada poco más al norte y cuya antigüedad, según indican dichos autores, se remontaría a los tiempos paleozoicos. Al sur de las anteriores aparecen las fallas El Taco e Ipizca, fracturas antitéticas que determinan la depresión tectónica denominada fosa de Ipizca. Entre las fracturas transversales se destacan la falla de Ovanta-Lavalle, que con rumbo casi este-oeste limita por el norte el bloque de Ancasti, y la falla de San Francisco, situada cerca del borde austral del área mapeada, a la que se interpreta como una estructura posiblemente paleozoica reactivada por los movimientos terciarios.

En el sector noroccidental de la Hoja sobresalen los bloques escalonados con rumbo meridional, representados, de este a oeste, por las sierras de Guayamba-El Alto, Graciana, La Puerta y el flanco noroccidental de Ambato, estructura descrita en detalle por González Bonorino (1978). Al sudeste de la misma comienza el sistema de fallas de rumbo N30E (Nullo, 1981) cuyo resalto determina el borde sudeste de la sierra de Ambato.

Algunos efectos producidos por el empuje de los movimientos cenozoicos tardíos pueden observarse en los afloramientos de las sedimentitas terciarias que se encuentran en el pie de sierra oriental de Ancasti y en las sierras de Guasayán y Ancaján. Estos depósitos están suavemente plegados en anticlinales y sinclinales muy tendidos (en la sierra de Ancaján), mientras que al pie de la sierra de Ancasti la perturbación es algo mayor.

Cabe mencionar, finalmente, un rasgo geotectónico de magnitud semicontinental (no representado en el mapa adjunto) que cruza diagonalmente la Hoja con rumbo noreste-sudoeste. Se trata de la megafactura Ambato (Baldís et al., 1975), cuya traza queda indicada por los lineamientos estructurales

producidos por la falla de Alijilán, mencionada previamente, y las fallas que determinan el borde sudo-oriental de la sierra de Ambato.

#### 4. GEOMORFOLOGIA

Las sierras de Ambato, Graciana, Ancasti y Guasayán son bloques de basamento fracturados y elevados que se extienden con rumbo meridiano en la llanura semiárida existente en el límite de Catamarca y Santiago del Estero. La abrupta escarpa occidental de estas sierras contrasta con la suave vertiente oriental que se prolonga en extensas y escalonadas llanuras, como puede verse entre las sierras de Ancasti y Guasayán y al este de esta última sierra, cuya pendiente abrupta es la oriental y la tendida la occidental.

Al sur de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca se extiende el amplio valle homónimo por donde corre el río del Valle, en la actualidad reducido en su caudal por el dique Las Pirquitas y las obras de riego, pero conservando a su laterales terrazas cíclicas.

Los bloques de basamento mencionados fueron modelados por procesos erosivos que labraron las siguientes geoformas:

- Peneplanicie
- Escarpa de falla
- Peneplanicie disectada
- Pedimento
- Planicie pedemontana
- Antiguo nivel pedemontano
- Planicie aluvial
- Playa salina

##### PENEPLANICIE

Esta geoforma se halla en las cumbres de las sierras de Ancasti, Graciana y Guasayán, citadas en el orden en que es más conspicua su presencia. Se trata de una superficie de relieve suavemente ondulado que se extiende en una angosta faja en cada una de las sierras mencionadas. En la sierra de Ancasti fue descrita por Sayago (en Aceñolaza et al., 1983), quien menciona que es un remanente de la antigua peneplanicie que comprendía gran parte del territorio ocupado por las actuales Sierras Pampeanas.

Esta peneplanicie actualmente está modificándose por cursos de agua permanente subsecuentes que

siguen un diseño rectangular controlado por la estructura del basamento metamórfico. Además sus bordes, occidental y oriental, están activos y son modelados por la erosión retrocedente de las cárcavas.

En la sierra de Guasayán esta geoforma puede observarse en el camino que cruza de Sol de Mayo a Alto Bello y al norte de La Calera.

##### ESCARPA DE FALLA

La vertiente occidental de los bloques de basamento que forman las sierras de Ancasti y Graciana posee una abrupta pendiente en la que han actuado procesos de remoción en masa, favorecidos por la precipitación que además posee un régimen pluviométrico de tipo monzónico que concentra las lluvias en el período estival.

Las formas más generalizadas de acumulación son conos de deyección y es común hallar varias generaciones de ellos, pudiendo observarse como contrastan en el paisaje los extensos paleoconos y el tamaño de sus depósitos con los modernos y actuales, que han disecado a los antiguos y forman pequeños conos que indicarían una variación en el régimen climático.

La vertiente oriental de la sierra de Guasayán se comporta de manera semejante, pero en menor medida se observan los procesos mencionados, ya que su altura es una tercera parte de la de las sierras catamarqueñas.

##### PENEPLANICIE DISECTADA

La pendiente suave de estas sierras se ha desarrollado sobre remanentes de la peneplanicie primitiva que se conserva en bloques escalonados que tuvieron una influencia directa en la red de avenamiento, que tiene un diseño principalmente rectangular y entrecruzado de origen subsecuente adaptado a la estructura. Estas características se observan en la vertiente oriental de las sierras de Graciana y Ancasti y en la vertiente occidental de la sierra de Guasayan.

##### PEDIMENTO

El retroceso de los frentes montañosos es paralelo y está controlado por un fracturamiento N-S. Este proceso erosivo ha dejado como remanente en el borde occidental del Ancasti dos niveles de pedimentos. El nivel I es visible saltuariamente en Los Divisaderos y se hace continuo desde el aeródromo de Catamarca hacia el norte, extendiéndose hasta poco

más al norte de la localidad de La Merced. Se halla en parte adosado a la sierra y parcialmente disecado por la formación del nivel II que está muy cubierto por el material transportado y tiene una continuidad desde la zona de Huaycama hasta el límite sur de la Hoja. En este sector Sayago (1986), ha descrito desde Portezuelo hacia el norte, "glacis cubiertos" como producto de la remoción en masa; mientras que hacia el sur, predominan los "glacis de acumulación", originados por coalescencia de los conos de deyección.

En el contacto de la vertiente oriental disectada del Ancasti y la llanura pedemontana oriental, se hallan preservados depósitos del nivel I (Formación Concepción). Es solo un remanente que se puede observar entre Las Cañas y Achalco. Se han desarrollado sobre el Terciario y están muy modificados por los procesos que dieron origen al nivel II. Esta geoforma es considerada un plano de erosión, a la que denominamos Pedimento I y sería correlacionable con un "antiguo nivel de glacis cubierto" que menciona Sayago en Aceñolaza et al. (1983) cercano a la localidad de La Dorada, poco al sur de la Hoja.

Los depósitos que cubren al nivel II (Pedimento II) mantienen las características del anterior, están más extendidos y se hallan bordeando al Ancasti desde Bañado de Ovanta hasta el límite sur de la comarca; presentan algunas interrupciones, principalmente por la acción aluvial reciente.

Adosados al borde oriental del Ambato se hallan los depósitos de la Formación Concepción (nivel I), constituidos principalmente por fanglomerados y gravas. Según Fidalgo (1966) estos depósitos en la zona de salida de los arroyos de mayor caudal, poseen las características de conos aluviales. Presentan una evidente estratificación entrecruzada e incluso, en algunos sectores, estos sedimentos están intercalados con depósitos sin ordenamiento interno, correspondientes a corrientes de barro. En el resto del frente montañoso forman una superficie prácticamente continua, solamente disecada por procesos erosivos posteriores, que corresponde a un plano de erosión cubierto por agradación pleistocena, el que se interpretó como un "pedimento agradado" en el sentido de Blackwelder (1931).

A menor altitud y bordeando y encajándose entre la superficie de erosión mencionada, se desarrolla otra superficie de erosión (Pedimento II), sobre la que se hallan los depósitos de la Formación Coneta. Estos sedimentos están principalmente integrados por conglomerados y limos (Nullo, 1981).

En el faldeo oriental de la sierra de Guasayán se observan adosados al pie de la sierra pequeños rema-

nentes de planos de erosión que poseen una cubierta delgada de fanglomerados, los que se han considerado como "pedimento agradado". Por su ubicación topográfica se han asignado a la Formación Concepción y a la Formación Coneta.

#### PLANICIE PEDEMONTANA

Una extensa planicie pedemontana se halla desarrollada entre los pedimentos de las Sierras de Ambato y de Ancasti y la planicie aluvial del río del Valle. También se ha desarrollado en el valle de Lavalles-Frias y adosada al borde occidental de la sierra de Guasayán, convergiendo en estos últimos casos hacia la salina de Ambargasta. Esta geoforma fue considerada como un glacis de acumulación por Sayago, (1986), quien hace la equivalencia con la "bajada" de la terminología norteamericana. En nuestro caso no lo hemos separado en el mapa geológico porque está muy modificada por la acción antrópica y están mapeados como "Depósitos cuaternarios indiferenciados", pero si lo hemos hecho en el Esquema Geomorfológico.

#### ANTIGUO NIVEL PEDEMONTANO

Hacia el este, las sedimentitas terciarias, principalmente areno-arcillosas, aparecen como superficies estructurales arrasadas que afloran saltuariamente y en su mayor extensión están subaflorantes, cubiertas por la extensa bajada que se desarrolló hacia la Salina de Ambargasta.

Por otra parte, al sur de la sierra de Guasayán, los afloramientos de la Formación Choya tienen un comportamiento homoclinal con un buzamiento de 12° a 15°; en ellos se ha formado un diseño arborescente o dendrítico grueso irregular, facilitado por la inclinación y la permeabilidad de los estratos. El drenaje sigue el rumbo de los estratos y es variable hasta anárquico; los cauces no son netos sino áreas o valles de derrame. Hemos considerado que posiblemente, estos últimos estén marcando la presencia de un "Antiguo nivel pedemontano" del Cuaternario inferior.

#### PLANICIE ALUVIAL

El río del Valle forma una extensa planicie aluvial, que actualmente se halla disminuida en cuanto al caudal de sus afluentes por los cierres de diques aguas arriba de la ciudad de Catamarca. En su parte norte,



tiene a ambos lados tres niveles de terrazas con desniveles promedio de dos metros entre cada una. El perfil transversal de dicho valle revela que son terrazas cíclicas. A ambos lados del cauce pueden observarse depósitos eólicos, constituidos por médanos de diseño alargado y con orientación noreste-suroeste.

La otra gran planicie aluvial está desarrollada en el valle existente en la línea de Lavalle-Frías- San Antonio. Allí la red de drenaje tiene un interfluvio que divide sus aguas en la localidad de Lavalle y algunos cauces efímeros se dirigen hacia la Salina de Ambargasta, en el sureste de la Hoja.

### PLAYA SALINA

El borde noroeste de la Salina de Ambargasta se halla en el extremo suroriental de esta Hoja; corresponde al nivel de base del drenaje de la mitad oriental de la Hoja San Fernando del Valle de Catamarca.

Existen otras geofformas, que por motivo de escala no hemos incluido en el Esquema Geomorfológico. Entre ellas citaremos a las serranías aisladas, que están constituidas por elevaciones menores y afloramientos desmembrados de la sierra de Guasayán. Se encuentran por el oeste la sierra de Ancajón y la elevación de Tres Cerros, mientras que las sierritas de Ichagón y Los Cerrillos se observan en el este. En los diversos casos, el diseño de la red de drenaje ha sido controlado por el fracturamiento principal norte-sur. En el caso de Los Cerrillos y en Ancajón, por las fracturas, las diaclasas y esquistosidad de las rocas basamentales; y en Ichagón por el plegamiento existente que en algunos casos determinó la formación de ríos subsecuentes.

## 5. HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica de las Sierras Pampeanas septentrionales comienza con un período de sedimentación marina predominantemente arenoso-pelítica y, en menor medida, carbonática. Este proceso tuvo lugar en el Proterozoico superior, llegando posiblemente hasta el Cámbrico más temprano. La síntesis más reciente acerca de la evolución de esta región, presentada por Rapela et al. (1992) sobre la base de numerosa información estructural, petrológica y radiométrica, señala que, luego de la sedimentación proterozoica, los primeros eventos de deformación y metamorfismo regional se produjeron durante el Cámbrico inferior a medio. Hacia esta época, la pila

sedimentaria proterozoica fue plegada fuertemente y metamorfizada en grado mediano a bajo. La sedimentación marina y los procesos tectónico-metamórficos corresponden al ciclo orogénico Pampeano. Lo mismo puede decirse de los granitos, comparativamente escasos, que acusan esta antigüedad y que son considerados cuerpos precinemáticos con respecto al ciclo orogénico siguiente.

La actividad tectónico-metamórfica demuestra haber proseguido durante el paleozoico inferior y medio, acompañada por el emplazamiento de granitos de distinto tipo. Estos episodios, cuya ubicación cronológica está basada exclusivamente en edades isotópicas, se asimilan al ciclo orogénico Famatiniano. El metamorfismo regional demuestra haber alcanzado un pico de máxima intensidad a principios del Ordovícico, con fuerte deformación asociada con anatexis, migmatización y emplazamiento de granitos sincinemáticos (Rapela et al., 1992). Los cuerpos de este tipo están representados en esta Hoja por tonalitas y granodioritas parcialmente concordantes (Formaciones El Arbolito y, en parte, La Majada). A partir de esta época la deformación plegante y el metamorfismo regional decrecieron sensiblemente. Comenzaron a emplazarse granitos postcinemáticos y el metamorfismo regional fue reemplazado por metamorfismo de contacto. Ante una corteza cada vez más fría y rígida, los esfuerzos tectónicos se tradujeron en fracturas y fajas de milonitización.

La intrusión de granitos tardíos y postcinemáticos cubrió un lapso que se extiende desde el Silúrico al Carbonífero inferior. En la Hoja descripta son numerosos los cuerpos de esta categoría, representados por plutones discordantes de composición tonalítica, granodiorítica y granítica. Entre ellos se encuentran los cuerpos de La Pampa, Albigasta, Calera del Sauce, Las Cañadas, El Manchao, Ambato, Sauce Grande, El Alto, Guasayán, etc. La actividad plutónica finalizó con el emplazamiento de pegmatitas.

La suma de los ascensos corticales ocurridos durante y después de la consumación de los procesos ígneo-metamórficos alcanzó seguramente una magnitud considerable. La erosión coetánea con estos movimientos logró exponer niveles rocosos situados en su origen a profundidades de 10 a 15 kilómetros. La erosión consecuente con los ascensos ocurridos en el Carbonífero inferior -primeros movimientos del ciclo orogénico Gondwánico- logró por sí sola y en un lapso relativamente breve exponer las fajas de milonitización y los granitos tardío famatinianos, emplazados en profundidades del orden de los 5.000 metros. Hacia esta época comenzó a definirse la más

antigua superficie de erosión regional observada en las Sierras Pampeanas, determinando el plano de discontinuidad que separa los terrenos ígneo-meta-mórficos (o basamento cristalino) de la cobertura sedimentaria neopaleozoica. Esta superficie, exhumada en grandes áreas y sin duda retrabajada por los procesos erosivos posteriores, aparece expuesta aún hoy con los rasgos propios de una peneplanicie.

Alrededor del Carbonífero medio los movimientos gondwánicos produjeron un fracturamiento en bloques que configuró las cuencas continentales del Carbonífero superior, Pérmico y Triásico. Es probable que en esta etapa de la historia tectónica los esfuerzos compresivos hayan alternado con períodos de distensión y fracturamiento gravitacional. En la región estudiada no se registran afloramientos de sedimentitas carboníferas, pero aparecen en su lugar vulcanitas ácidas, tobas y basaltos (Formaciones Las Lomitas e Ichagón) cuya extrusión pudo haber sido promovida por fracturas de origen traccional. La sedimentación neopaleozoica está representada sólo por las areniscas rojas pérmicas (Formación Los Cerrillos) que descansan sobre dichas vulcanitas. Como integrantes de la sección superior del Grupo Paganzo, estas areniscas evidencian un ambiente de acumulación continental bajo un clima semidesértico, cálido y seco aunque posiblemente sujeto a lluvias estacionales.

El siguiente registro en la columna estratigráfica corresponde a sedimentitas de edad terciaria superior. Estos depósitos limo-arcillosos y yesíferos (Formación Guasayán), portadores de fósiles marinos, que afloran en la parte oriental de la Hoja, señalan una ingresión ocurrida en el Mioceno. Los niveles superiores de esta unidad y, más aún, los pequeños afloramientos terciarios (Araucanense) situados en el noroeste de la Hoja, constituidos por areniscas y tobas

intercaladas en los niveles limo-arcillosos, indican erupciones piroclásticas que tuvieron lugar durante el Plioceno.

Hacia fines del Terciario los movimientos del ciclo orogénico Andino produjeron una nueva fracturación del basamento cristalino, reactivando en ciertos casos estructuras más antiguas. En el Plioceno más tardío, probablemente la Prefase del Tercer Movimiento originó un ascenso cortical registrado por la acumulación de depósitos gruesos, fanglomerádicos, de tipo pedemontano (Formación Choya). Estos depósitos, junto con otros más antiguos, fueron dislocados poco después, alrededor del límite Plioceno-Pleistoceno, por los movimientos, más importantes, producidos por la Fase Principal.

El fracturamiento cenozoico que desmembró el basamento en bloques fallados parece haber coincidido, según Jordan et al. (1986), con el lapso durante el cual la placa de Nazca adoptó, en esta región, su presente actitud subhorizontal. El acortamiento general del basamento en sentido este-oeste, paralelo a la dirección de convergencia de las placas, fue de muy escasa magnitud.

El ascenso de los bloques fracturados rejuveneció el paisaje y reactivó el proceso erosivo. Depósitos gruesos, mayormente fanglomerádicos, marginaron los frentes montañosos a lo largo de las escarpas de falla, constituyendo el Primero y Segundo Nivel de Pie de Monte (Formaciones Concepción y Coneta respectivamente) de edad pleistocena. La historia holocena se caracterizó por la sedimentación de arenas y gravas aluviales, asociadas a veces con arenas medianas a finas de origen eólico, y por la acumulación de depósitos loésicos que, aunque en forma discontinua, aparecen en toda la región estudiada. En el ángulo sudeste de la Hoja se originaron depósitos salinos.

# MINERIA

por Eduardo L. Barber, Miguel A. Chipulina y Liliana del V. Martínez

## 1. INTRODUCCION

El sector, si bien no presenta un importante desarrollo minero, tiene una gran cantidad de manifestaciones minerales correspondientes a:

### *Minerales metalíferos:*

- Yacimientos magmáticos (Fe-Ti).
- Yacimientos pegmatíticos (espodumeno-berilo).
- Yacimientos hidrotermales epigenéticos (Cu).

### *Minerales no metalíferos:*

- Yacimientos pegmatíticos (moscovita).
- Yacimientos hidrotermales (fluorita).
- Yacimientos evaporíticos (yeso).
- Yacimientos sedimentarios (arcillas).

### *Rocas de aplicación:*

- Areniscas, calizas y dolomías, materiales pétreos (granitos, basaltos, granulitas, etc.)

Los yacimientos han sido agrupados en distritos; en el caso de las pegmatitas, en función del mineral explotado y ubicación geográfica, y también de acuerdo a este último criterio en el de calizas, dolomías, mica y yeso.

Los yacimientos considerados son los que figuran en el Padrón Minero del año 1993 de las provincias de Catamarca y Santiago del Estero.

El presente trabajo se realizó en base a la recopilación y procesamiento de la información bibliográfica disponible, sin contar con tareas de campo. Se siguieron las interpretaciones de los autores consultados para definir la génesis de los yacimientos.

El cuadro que se detalla en la página siguiente indica la distribución de los distritos mineros (ver también la figura 2 de la página 34) y las minas que los integran, y se corresponde con las referencias mineras del mapa geológico.

## 2. YACIMIENTOS METALIFEROS

### BERILIO-LITIO

#### **Generalidades de los depósitos pegmatíticos**

Los distritos de pegmatitas no se conocen en profundidad dado que no hay explotaciones que per-

mitan observar el comportamiento de los mismos, por lo que la información presente se limita al conocimiento sub-superficial.

Existe falta de continuidad en la explotación y se carece de información válida acerca de los volúmenes explotados, características típicas de la explotación al piquén.

Los cuerpos pegmatíticos han sido explotados selectivamente por mica y minerales de litio o berilio, y de acuerdo al criterio de distintos autores su explotación selectiva exclusivamente se considera con escasas posibilidades económicas, sugiriéndose realizar la explotación en forma integral siempre que los componentes mineralógicos principales (feldespato y cuarzo) sean comercializables tecnológica y económicamente.

A modo informativo cabe citar que la provincia de Catamarca produjo entre 1952 y 1960, coincidiendo con el período de mayor producción nacional, 735 t de berilo que significaba una participación del 6.7 % en la producción nacional. Posteriormente la actividad extractiva cayó en un período de inoperatividad.

El insuficiente laboreo, la falta de datos certeros de producción y la distribución errática del berilo en los cuerpos impiden realizar estimaciones de potencialidad.

Con respecto al espodumeno, Catamarca cuenta con las mayores reservas identificadas del país, las que asegurarían, mediante una explotación racional, una producción de 200 t mensuales de concentrados de espodumeno con ley de 5.5 %  $\text{Li}_2\text{O}$ , por 25 años.

De acuerdo a la composición zonal, mineralogía y mineral explotado pueden diferenciarse tres grupos de pegmatitas:

- Pegmatitas productoras de Be
- Pegmatitas productoras de Li-Be
- Pegmatitas productoras de moscovita.


Al primer grupo corresponden los cuerpos pegmatíticos ubicados en la sierra de Ancasti, sectores El Alto-Unquillo e Ipizca, con la excepción de los cuerpos Ipizca I, Ipizca II y Santa Gertrudis que corresponden al segundo grupo (ver mapa).

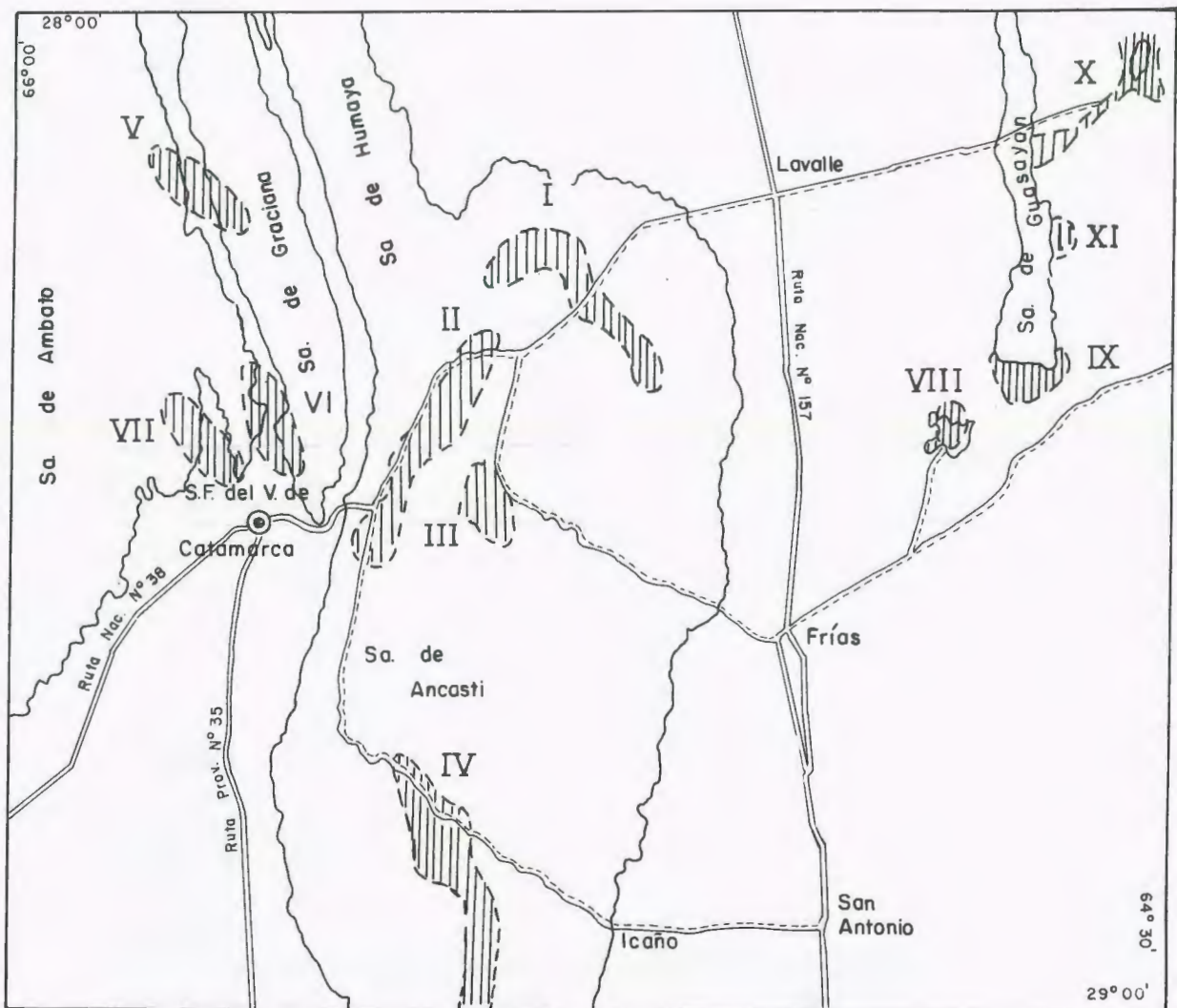
Las pegmatitas del segundo grupo, portadoras de espodumeno y berilo, están ubicadas en la sierra de Ancasti y las pegmatitas del último grupo se emplazan en las sierras de Ambato-Humaya y Graciana conformando los distritos Capital, Fray Mamerto Esquiú y Ambato.

PROVINCIA	Nº Y NOMBRE DEL DISTRITO	MINERAL EXPLOTADO	Nº Y NOMBRE DE LA MINA
CATAMARCA	I EL ALTO- UNQUILLO	Berilo	1. La Gordita 2. Ta-Te-Ti 3. Sarita 4. Fernanda 5. Mónica 6. Gladys 7. San Sebastián 8. 6 de Julio 9. El Quebracho 10. Santa Rita 11. Buena Estrella 12. El Gallego 13. El Naranjo 14. Santa Bárbara y San Francisco
	II EL PORTEZUELO- LOS MUDADEROS	Fluorita	15. Dal 16. Cora 17. San Isidro 18. Elena 19. Payca y Cusca 20. Santa Bárbara 21. Esquiú 22. La Casualidad
	III VILISMAN	Espodumeno (Berilo)	23. Joyita 24. Reflejos del Mar 25. La Culpable 26. El Infierno 27. Juan Carlos 28. Loma Pelada
	IV ANCASTI	Berilo (Espodumeno)	29. Laurita 30. Bibiana 31. La Ocasión 32. Nildita 33. Yunka Suma 34. Santa Gertrudis 35. María Ester y San Ignacio 36. Ipizca II 37. La Ancasteña 38. Graciélita 39. Ipizca I 40. Flor Morada 41. Santa Gertrudis II 42. Rosendo 43. La Carlota

PROVINCIA	N° Y NOMBRE DEL DISTRITO	MINERAL EXPLOTADO	N° Y NOMBRE DE LA MINA
CATAMARCA	V AMBATO	Moscovita	44. Caraguay II 45. El Porvenir 46. El Indio 47. Selva 48. Adelaida
	VI CAPITAL	Moscovita	49. Rubymica 50. Exito 51. La Encrucijada 52. Sol de Mayo
	VII FRAY MAMERTO ESQUIU	Moscovita	53. Payahuaico 54. Carahuay I 55. La Tucumana 56. Los Nichos
SANTIAGO DEL ESTERO	VIII VILLA ANCAJAN	Calizas	57. Don Bartolo 58. Loma Negra
		Dolomías	59. Santa Rita 60. Villa Ancaján
	IX VILLA LA PUNTA	Yeso	61. Cantera Gómez 62. San Isidro
	X CERRILLOS	Yeso	63. Las Higuierillas 64. Puerta Chiquita 65. Sinchi Caño 66. Paraná 67. Cerrillos 68. La Melita 69. El Galpón 70. San Martín y San Juan
	XI ISCHAGON	Yeso Areniscas Basalto Calizas	71. Guaptayán 72. Ischagón 73. Ischagón 74. Shaguaña
CATAMARCA		Cobre	75. Irma 76. Iniciación
		Titanio - Hierro	77. Co. Cascabel 78. Co. Rico

## UBICACION RELATIVA DE LOS DISTRITOS MINEROS

0 5 10 km  




- |   |   |
|---|---|
| <p>I- El Alto -<br/>Unquillo</p> <p>II- El Portezuelo -<br/>Los Mudaderos</p> <p>III- Vilisman</p> <p>IV -Ancasti</p> | <p>V - Ambato</p> <p>VI - Capital</p> <p>VII - Fray Mamerto Esquiú</p> <p>VIII - Villa Ancajan</p> <p>IX - Villa la Punta</p> <p>X - Cerrillos</p> <p>XI - Ischagón</p> |
|---|---|

Figura 2: Ubicación relativa de los principales distritos mineros de la hoja.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE YACIMIENTOS TIPO

### **Distrito El Alto-Unquillo.**

*Mineral Explotado:* Berilo

*Ubicación:* Sector NE de la sierra de Ancasti, en los alrededores de la localidad de El Alto. Tiene una superficie aproximada de 60 kilómetros cuadrados.

*Acceso:* Se accede desde la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca por la ruta nacional 38 hasta la localidad de "El Portezuelo", luego por la ruta provincial 42 hasta la localidad de "El Alto"

*Geología:* El ambiente geológico local se caracteriza por la presencia de un basamento cristalino integrado por gneises bandeados, migmatitas y esquistos biotíticos. Las pegmatitas constituyen cuerpos tabulares con rumbos que varían entre N-S y N 70°, subverticales, concordantes y discordantes con los planos de esquistosidad del basamento. Presentan corridas de hasta 600 m y potencias entre 2 y 18 metros. Tienen color rojizo debido al mayor contenido de microclino rosado en relación con el de plagioclasas.

Son cuerpos zonales con mineralización simple, de grano mediano a muy grueso. Mineralógicamente están integrados por microclino (30%-50%), cuarzo, albita, turmalina, moscovita. Como minerales accesorios se presentan berilo color azul y verde, granate y tantalita. Muestran fuerte grado de deformación y fracturación.

*Potencialidad:* El único mineral explotado en el distrito ha sido el berilo, por el clásico método selectivo del pirquino. No se dispone de información detallada de las minas que integran el distrito, por lo cual es imposible realizar una aproximación objetiva de la potencialidad del mismo.

*Génesis:* Se puede considerar a estas pegmatitas como producto de diferenciación magmática.

*Edad:* Devónico superior-Carbonífero inferior (Willner, 1983).

*Minas que integran el Distrito:* La Gordita, Ta Te Ti, Sarita, Fernanda, Mónica, Gladys, San Sebastián, 6 de Julio, El Quebracho, Santa Rita, Buena Estrella, El Gallego, El Naranjo y Santa Bárbara-San Francisco.

*Mina ejemplo:* Buena Estrella, Ficha Mina N° I-11.

### **Distrito Vilismán**

*Mineral Explotado:* Espodumeno (berilo)

*Ubicación:* En los alrededores de la localidad de Vilismán, departamento El Alto. La superficie aproximada del distrito es de 40 kilómetros cuadrados.

*Acceso:* Desde la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca por ruta nacional 38, empalmado con la ruta provincial 42 hasta la localidad de El Portezuelo y desde allí por ruta provincial 6 hasta Vilismán.

*Geología:* Está representada por un basamento metamórfico integrado por micacitas y cuarcitas. Los cuerpos pegmatíticos tienen forma tabular y son concordantes con los planos de esquistosidad de las rocas encajantes. Las corridas varían entre 180 y 600 m, y las potencias entre 0.80 y 4.50 metros. Son pegmatitas zonadas y la mineralogía de las zonas es la siguiente:

-Zona de borde: cuarzo, albita, microclino perfitico. Accesorios: moscovita, turmalina, circón, apatita, topacio, rutilo. Tamaño medio de cristales: 3 centímetros.

-Zona externa: cuarzo, albita. Accesorios: moscovita, circón, turmalina, rutilo y apatita. Tamaño de los cristales: 20-60 centímetros.

-Zona interna: apatita, albita, clevelandita. Accesorios: rutilo, moscovita, espodumeno, berilo blanco. Tamaño de cristales 1.2-2.00 metros.

-Zona central: cuarzo, espodumeno (10-25%), clevelandita.

Constituye un distrito netamente diferente de las pegmatitas de "El Alto-Unquillo" por su composición y asociación mineralógica.

El grado de deformación-fracturación es fuerte.

*Potencialidad:* Este distrito fue explotado principalmente por Li y ocasionalmente por Be. La falta de labores mineras de exploración en la mayoría de los cuerpos (en los que generalmente las labores consisten en un pozo exploratorio de poca profundidad) impide realizar una estimación acerca de la potencialidad del mismo.

Acosta et al. (1988) consideran ocho cuerpos y establecen reservas geológicas de 59.323 t con una ley media de espodumeno del 18.6%.

*Génesis:* Depósitos producto de diferenciación magmática.

*Edad:* Devónico superior-Carbonífero inferior (Willner, 1983).

*Minas que integran el Distrito:* Joyita, Reflejos del Mar, La Culpable, El Infierno, Juan Carlos, Loma Pelada, *Mina ejemplo:* Reflejos del Mar, Ficha Mina N° III-24.

### **Distrito Ancasti**

*Mineral Explotado:* Berilo, esporádicamente espodumeno.

*Ubicación:* Departamento Ancasti. Se extiende desde la localidad de Anquincila hasta el límite sur

de la Hoja en las proximidades de la localidad de San Francisco.

*Acceso:* Desde San Fernando del Valle de Catamarca por ruta nacional 38, empalmado con las rutas provinciales 42 y 2. Tiene una superficie de 150 kilómetros cuadrados.

*Geología:* El basamento metamórfico está formado por esquistos bandeados. Los cuerpos pegmatíticos son tabulares y lenticulares, con corridas variables entre 70 y 200 m y potencias entre 9 y 25 metros. Tienen rumbo general N-S con ligeras variaciones al E y O; son subverticales, de color blanco rojizo y con marcada zonalidad.

Es de destacar que en algunos cuerpos de este distrito se extrajeron cristales de berilo de 0.30 m de diámetro y 1.50 m de longitud.

La mineralización en orden de frecuencia consiste en cuarzo, feldespato, turmalina, berilo, moscovita, espodumeno, amblygonita.

La coloración azul verdoso de los ejemplares de berilo llegan a constituir por su transparencia, en algunos casos, verdaderas aguamarinas aunque superficialmente fracturadas (Lapidus, 1951). El grado de deformación-fracturación es intenso.

*Potencialidad:* Debido a las características de la explotación, la falta de laboreos y a la irregular distribución de los minerales accesorios, resulta imposible realizar una estimación de la potencialidad del distrito de berilo; sólo se conocen datos de potencialidad en yacimientos explotados por espodumeno, en los que el berilo es acompañante.

*Génesis:* Diferenciación magmática.

*Edad:* Devónico superior-Carbonífero inferior (Willner, 1983).

*Minas que integran el Distrito:* Laurita, Viviana, La Ocasión, Nildita, Yunka Suma, Santa Gertrudis, San Ignacio, María Ester, Ipizca II, La Ancasteña, Graciélita, Ipizca I, Flor Morada, Santa Gertrudis II, Rosendo.

*Mina ejemplo:* Santa Gertrudis (Litio), Ficha N° IV-34, figura 3. María Ester (Berilo), Ficha Mina N° IV-35.

## COBRE

### *Distrito Icaño*

#### *Minas Irma e Iniciación*

En la vertiente oriental de la sierra de Ancasti y a 12 km al OSO de Icaño se reconocieron manifesta-

ciones de cobre que figuran en el Padrón Minero como minas Irma e Iniciación.

En la región se han detectado anomalías débiles de Cu y Zn durante la prospección geoquímica panorámica realizada por el NOA I-Geológico Minero en la década del 70.

Bassi (1976) define a estas manifestaciones como de origen epigenético. Se localizan en el basamento cristalino compuesto por anfibolitas y metaultramafitas hornbléndicas, gneises, micacitas e intrusiones graníticas s. l. con sus diferenciaciones póstumas constituidas por venas de cuarzo, aplitas y pegmatitas.

Caracteriza al sector una tectónica de bloques con predominio del sistema ONO. El cuerpo máfico se emplaza con este rumbo, con una corrida de 600 m y con un espesor variable entre 20 y 50 metros.

La mineralización consiste en malaquita, calcopirita, arsenopirita, ocasionalmente cuprita, escaso cobre nativo y minerales del grupo de las limonitas. Se aloja preferentemente en el dique anfibólico en vetas de cuarzo y en el cuerpo granítico de la mina Irma.

Genéticamente, no se ha establecido la relación entre la mineralización y las rocas ígneas máficas. La mineralización ha sido asimilada a un proceso epigenético vinculado al emplazamiento de los filones de cuarzo de la zona. Se considera que la edad de la mineralización es carbonífera inferior-media.

## HIERRO-TITANIO

### *Distrito Podestá*

Se conoce con este nombre al distrito minero integrado por las minas Cerro Rico y Cerro Cascabel, ex mina Romay (figura 4).

Ubicadas en el extremo oriental de la sierra de Ancasti (departamento. El Alto, Catamarca), al oeste de la localidad de Albigasta, en el paraje denominado Las Cañas. Se accede desde la localidad de Frías (Santiago del Estero) por ruta provincial N°6, distante a 18 kilómetros. Estas manifestaciones, que son conocidas desde fines del siglo pasado y actualmente están inactivas, constituyen el primer hallazgo de ilmenita de origen magmático en el país y ellas registraron una producción de 65 t en 1965.

Beder (1925), Bassi (1952), Schalamuk et al. (1983b), Angelelli (1984) y Valladares y Estrada Castillo (1986b) estudiaron estas concentraciones ferrotitaníferas.

En el área de las minas afloran metagabros hornblendíferos y metaultramafitas (metahornblenditas). Los metagabros hornblendíferos son las rocas predominantes en el sector; hasta el presente no ha sido



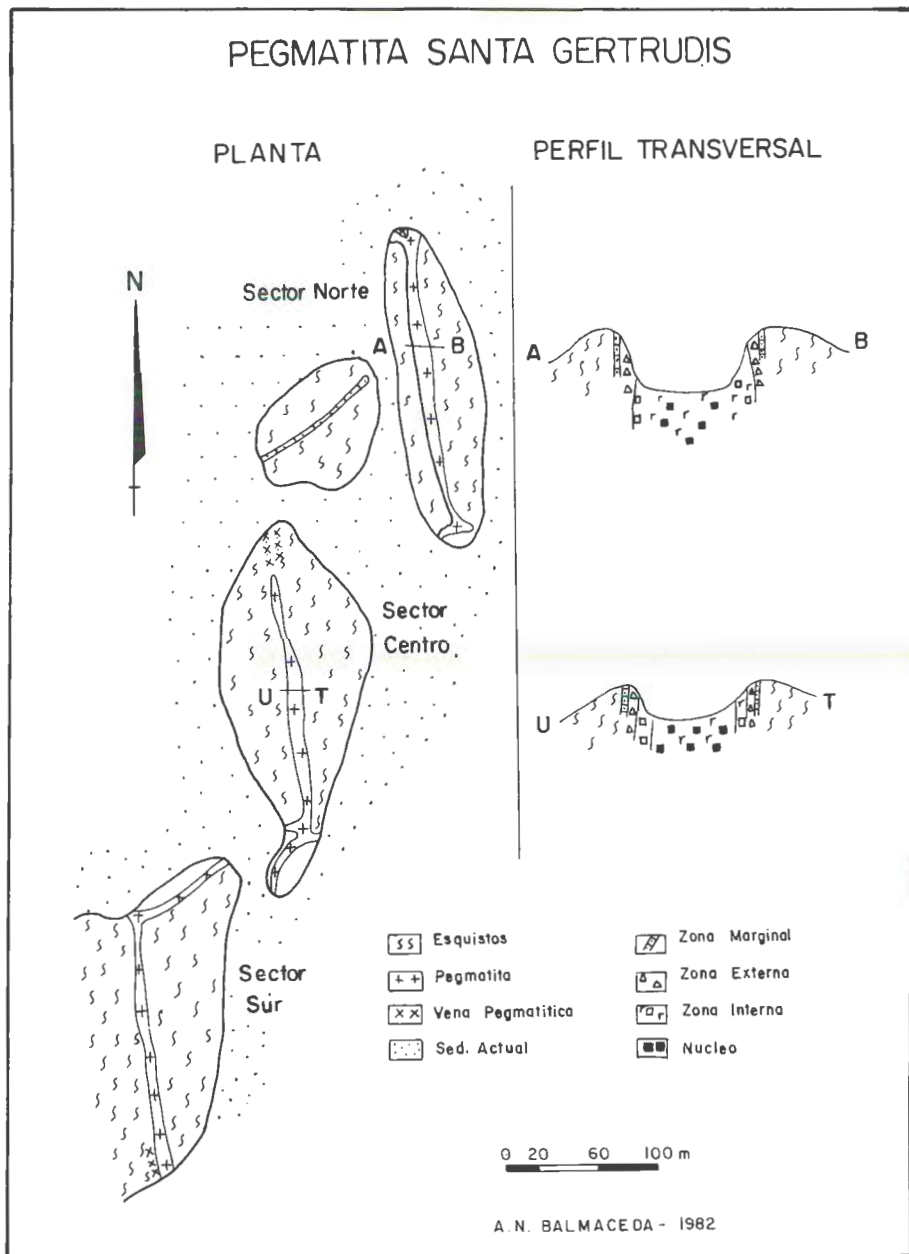


Figura 3: Esquema geológico de la pegmatita litífera Santa Gertrudis, Distrito Ancasti

reconocida su extensión. Las metaultramafititas están presentes en el área del cerro Cascabel, en la ladera oriental del cerro Rico y en otros sectores, caracterizándose por constituir pequeños cuerpos dentro de los metagabros hornblendíferos.

En Cerro Cascabel los depósitos minerales se manifiestan como cuerpos laminares, densos, de corto recorrido, con contactos netos y potencias de 25 cm a 40 cm, alojados en las metaultramafititas; su forma es elíptica, con inclinaciones variables de 35° a 60°, tipo "cone sheet", según Bassi (1952).

En Cerro Rico la mena se halla en "vetas" de mineralización diseminada, de 0,5 a 2 m de espesor, con una corrida reconocida de 30 m, con rumbo NO y buzamiento al SO, con contactos difusos y en pasaje gradual al metagabro hornblendífero. Los minerales que predominan son magnetita, ilmenita y hematita y en menor proporción pirita, calcopirita, pirrotina y pentlandita. En Cerro Cascabel hay intercrecimiento de ilmenita con hematita, además de magnetita, mientras que en Cerro Rico hay predominio de magnetita sobre ilmenita y hematita.

Bassi (1952) cita los siguientes análisis para estas manifestaciones:

	Cerro Rico M4 lab.13	Cerro Cascabel M14 lab.3
	%	%
SiO <sub>2</sub>	10, 40	6, 07
TiO <sub>2</sub>	11, 11	35, 45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5, 07	7, 93
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Vest.	Vest.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41, 47	13, 98
FeO	23, 21	30, 80
MnO	0, 28	0, 18
CaO	1, 44	1, 48
MgO	3, 81	4, 72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0, 30	0, 38
S	0, 09	0, 17
Densidad	4, 20	4, 25

Mineralógicamente, estos análisis representarían para el mismo autor:

	Magnetita	Ilmenita	Hematita	Ganga	Exceso
	%	%	%	%	%
Cerro Rico	42	21	12	25	-
Cerro Cascabel	-	65	13	19, 5	1, 5

El contenido en elementos traza, determinados por Merodio (en Angelelli, 1984) para las mismas muestras, es de:

	Cerro Rico	Cerro Cascabel
	ppm	ppm
Cu	80	99
Zn	405	190
Ni	110	250
Co	197	90

A los fines de caracterizar y definir la distribución de las especies integrantes del mineral del Cerro Rico, en base a 5 muestras, Schalamuk et al. (1983b) señalan los siguientes guarismos:

Muestra	A	B	C	D	E
	%	%	%	%	%
Ilmenita	12	47	25	41	25
Magnetita martitizada y c/ilmenita	39	28	39	39	9
Hematita	16	5	3	4	4
Titanita	-	4	6	-	2
Sulfuros	-	1	-	-	1
Opacos	67	84	73	84	41
Transparentes	33	16	27	16	59

A estas especies acompañan otras referidas a la ganga y que integran la metaultramafitita: hornblenda, plagioclasa, biotita, titanita, calcita y clorita.

Respecto a Cerro Cascabel, los autores de referencia indican las siguientes especies minerales: ilmenita (59%), magnetita como relicto (3%), hematita (23%), pirita (1%) y ganga transparente (14%).

Un relevamiento magnetométrico (Schalamuk et al., 1983b) pone de manifiesto la existencia de otros cuerpos subaflorescentes y de tamaños reducidos.

La evaluación económica realizada por Valladares y Estrada Castillo (1986b) del sector Cerro Rico es negativa, debido a las bajas reservas y complejidad de la mena.

Bassi (1952) indica para Cerro Rico, en base a un estudio microscópico (muestra N° 4, labor N° 13), la siguiente paragénesis mineral: hornblenda-magnetita ilmenita-hematita (supergénica); para el caso de Cerro Cascabel (muestra 16, labor 3): anfíbol-ilmenita-pirita-hematita (supergénica).

Angelelli (1984) señala que, genéticamente, estos yacimientos han sido considerados por distintos autores como productos de diferenciación magmática gravitativa del componente ultrabásico (Cerro Cascabel) y como un pulso que intruyó a la roca básica, a modo de veta rica en titanomagnetita (Cerro Rico).

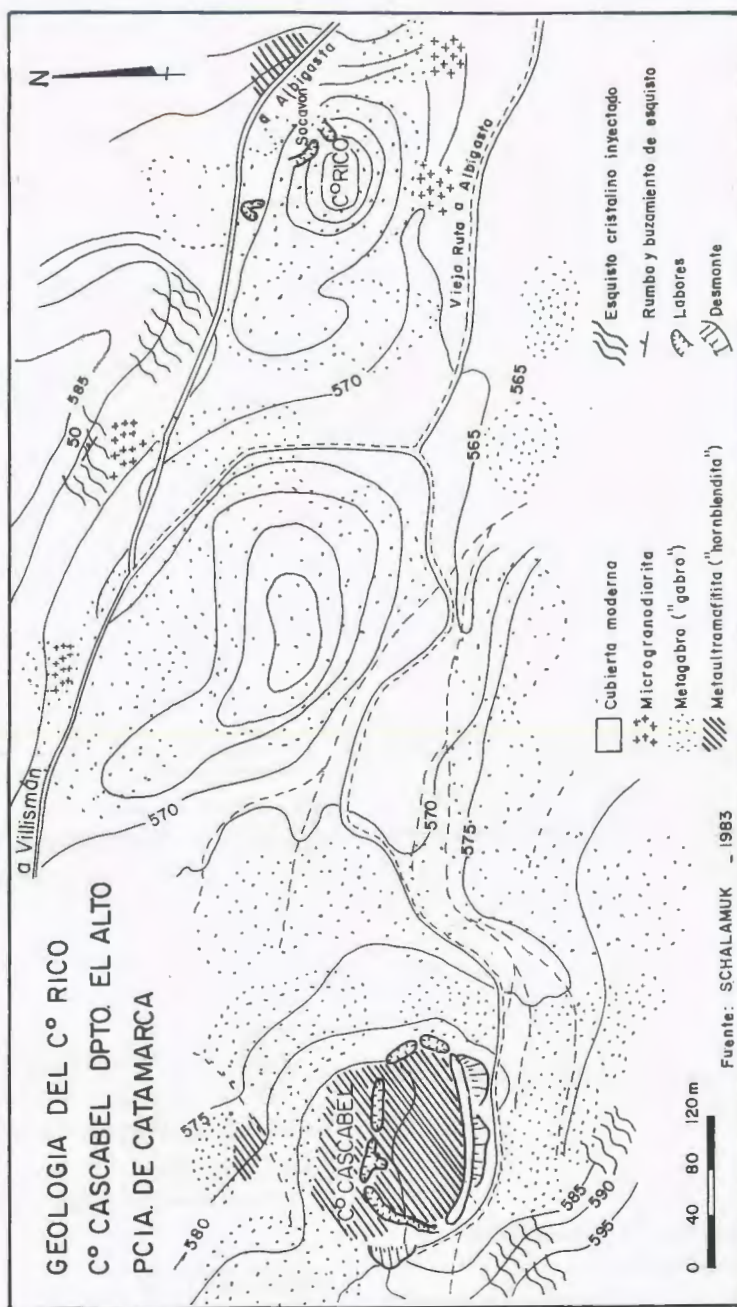


Figura 4: Geología de las minas Cerro Rico y Cerro Cascabel, Distrito Podestá (Fe-Ti).

Schalamuk et al. (1983b) manifiestan que los minerales de Fe y Ti corresponden a minerales separados en la fase de cristalización inicial del magma ultrabásico, pero no descartan la posibilidad del aporte de los mismos como producto de los procesos metamórficos. Estos autores asignan edad cámbrica media a la mineralización, en base a dataciones radiométricas de los cuerpos básicos aflorantes.

### 3. YACIMIENTOS NO METALIFEROS

#### Generalidades

En este punto se describen los yacimientos de minerales no metalíferos vinculados a pegmatitas portadoras de moscovita, yacimientos hidrotermales con mineralización de fluorita y depósitos evaporíticos (yeso).

Las pegmatitas portadoras de moscovita se desarrollan en la parte norte de la Hoja, en el faldeo occidental de la sierra de Graciana y en la sierra de El Tala. Si bien los distritos presentan una gran cantidad de minas registradas, sólo unas pocas se encuentran en explotación no intensiva.

Los yacimientos de fluorita se emplazan en la sierra de Ancasti y en la actualidad no registran actividad.

La extracción de yeso, con la mayoría de las canteras inactivas, adquiere importancia en el sector oriental de la sierra de Guasayán, en proximidades de la localidad de Cerrillos.

#### FLUORITA

##### Distrito El Portezuelo-Los Mudaderos

*Mineral Explotado:* Fluorita

*Ubicación:* Este distrito se extiende con rumbo NE entre la cuesta del Portezuelo (departamento Valle Viejo) hasta la localidad de Guayamba (departamento El Alto). Superficie aproximada: 150 kilómetros cuadrados.

*Acceso:* Desde San Fernando del Valle de Catamarca por ruta nacional 38 y ruta provincial 42.

*Geología:* El ambiente es metamórfico y está constituido por gneises, migmatitas y esquistos, intruidos por plutones graníticos de edad devónica superior-carbonífera inferior.

Las concentraciones fluoríticas rellenan fracturas que generalmente se disponen en sistemas de fallas alojadas en rocas graníticas y metamórficas. El

brechamiento de los minerales componentes de la mena es indicador de una reactivación de las fallas con una fase mineralizante más moderna que produjo su cementación.

La mena presenta estructura bandeada, brechosa y maciza conformando vetas de hábitos bolsoneiros, con rumbos que oscilan entre N10° y 50° e inclinaciones subverticales a verticales. Presentan corridas de 80 a 450 m y potencias que varían entre 0.30 m y 2.50 metros.

La mena consiste en fluorita, de grano mediano a grueso y colores blanco grisáceo, verde azulado, violeta, rosado y azul. La segunda generación está constituida por fluorita, cuarzo cristalino y abundante calcedonia. La fluorita se asocia a cuarzo y calcedonia.

La roca de caja generalmente está constituida por las rocas graníticas y en algunos casos los esquistos micáceos.

Las leyes del distrito varían entre 54% y 80% de CaF<sub>2</sub> a para los sectores más ricos de los yacimientos.

En general las minas del distrito han sido explotadas a cielo abierto y por labores subterráneas realizadas sobre veta.

*Potencialidad:* Considerando los yacimientos de mina Dal y el sector de "Los Mudaderos" (minas Cora, Elena y Santa Bárbara), Jurado Marrón (1980) ha establecido las siguientes reservas para el distrito: 40.000 t (mineral probado + probable), con una ley media de CaF<sub>2</sub> del 67% y 70% y 80.000 t de mineral posible.

*Génesis:* Yacimiento epitermal.

*Edad:* Carbonífero superior (Willner, 1983).

*Minas que integran el Distrito:* Dal, Cora, San Isidro, Elena, Payca y Cusca, Santa Bárbara, Esquíu y La Casualidad.

*Mina ejemplo:* Mina Dal, Ficha Mina N° II-15.

#### MOSCOVITA

##### Distritos Ambato, Capital y Fray Mamerto Esquíu.

*Mineral Explotado:* Moscovita

*Ubicación:* El Distrito Ambato se emplaza en el faldeo occidental de la sierra de Graciana; el Distrito Capital al norte de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y el Distrito Fray Mamerto Esquíu en la sierra de El Tala.

*Acceso:* Se accede por la ruta provincial 1 a los distritos de Fray Mamerto Esquíu (a 19 km) y Ambato (a 55 km). El distrito Capital se alcanza por medio del camino que lleva a la Gruta de La Virgen.

*Geología:* Los cuerpos pegmatíticos enriquecidos

en moscovita están alojados en un complejo metamórfico-migmatítico, constituido por gneises granulados y migmatíticos, como así también esquistos gnéisicos y micacitas gnéisicas.

Las pegmatitas se emplazan con un rumbo predominantemente meridional, con desviación menor a 15° y buzamientos variables desde posiciones subhorizontales hasta verticales. Son concordantes y discordantes respecto a la esquistosidad del basamento metamórfico. Presentan corridas menores a un centenar de metros excepto en la mina Payahuaico y potencias que varían entre escasos centímetros hasta de 17 m en la mina El Porvenir.

Generalmente son cuerpos con zonalidad asimétrica variable y simétrica en menor cuantía, tipo monoaxial, en las que se diferencian zonas marginales, externas, intermedias y de núcleo. Las zonas marginales, de grano medio a fino, contienen plagioclasa, moscovita, microclino y cuarzo. La zona externa está constituida por cuarzo, microclino y plagioclasa; toda la mica comercial que se extrae proviene de esta zona. En la zona intermedia predominan microclino y cuarzo acompañados por micas, cuyos tamaños comerciales decrecen. El núcleo está compuesto por cuarzo macizo, generalmente en forma de lentes irregulares observándose, en algunos casos, bolsones de moscovita.

La moscovita se presenta en tamaños variables, llegando a medir espadas de hasta 2 m en la mina Rubymica.

*Potencialidad:* Estos yacimientos en su mayoría se encuentran inactivos o tienen escasa actividad. Han sido explotados al piquén y desarrollados sin planificación previa, lo que junto a las variables negativas del mercado, dificultan su economicidad, a pesar de que sólo se ha recuperado menos del 50% de mica de corte (Acosta et al., 1988). La evaluación geoeconómica realizada por estos autores brinda expectativas interesantes para los distritos Capital y Fray Mamerto Esquiú, mientras que descartan la reactivación de las minas del Distrito Ambato por sus laboreos irracionales, las pequeñas dimensiones de los cuerpos, la carencia de accesos y su difícil ubicación.

*Génesis:* Estas pegmatitas son producto de la cristalización fraccionada de líquidos magmáticos inyectados en fracturas (Herrera, 1964).

*Edad:* Parte de los cuerpos emplazados en los distritos ubicados al sur han sido atribuidos al Ordovícico (Lottner, 1983).

Minas que integran los distritos:

*Distrito Ambato:* Caraguay II; El Porvenir; El

Indio, Selva y Adelaida.

*Distrito Capital:* Rubymica; Exito; La Encrucijada y Sol de Mayo.

*Distrito Fray Mamerto Esquiú:* Payahuaico; Caraguay I; La Tucumana y Los Nichos.

*Mina ejemplo:* Mina Payahuaico. Ficha Mina N° VII-53.

## YESO

Los depósitos de yeso alcanzan gran desarrollo en el sector nororiental del área. La mayoría de las canteras están inactivas gran parte del año debido a la inestabilidad de la demanda y a problemas de índole económico. A la fecha de este informe están en actividad las canteras de San Isidro, Don Isas (El Jumial) y Cañada Verde.

Estudios realizados en la cuenca yesífera santiagueña (Gamkosian, 1973) en una superficie de 2.500 km<sup>2</sup>, señalan que aproximadamente el 10% estaría cubierta por concentraciones yesíferas de distintas calidades y potencias.

Los niveles portadores de yeso forman parte de una secuencia limo-arcillosa (Formación Guasayán), producto de un ambiente de transgresión, disponiéndose en bancos con rumbos generales NNO, NS y NNE.

Bossi et al. (1990) indican para el área de Río Chorrillos (Tucumán) que los niveles yesíferos han sido depositados en un ambiente de sabkha continental con variable grado de salinidad y profundidad del agua. Procesos similares pueden haber dado origen a los depósitos del sector.

El ambiente y condiciones de formación, conjuntamente con factores tectónicos, determinan que los afloramientos, orientados en fajas de rumbo meridional, presenten variabilidad en el contenido químico y potencia.

Según Angelelli et al. (1980) las arcillas verdosas con yeso se apoyan discordantemente sobre el basamento cristalino o sobre areniscas rojizas mesozoicas y con buzamientos variables entre 5° y 8°E.

El yeso es de color blanco, blanco verdoso, grisáceo verdoso, blanco rosado y gris oscuro. Tiene estructura maciza, compacta, y a veces bandeada; también está presente la variedad terrosa. La textura es microgranoclástica hasta macrolepidoclástica, y en menor proporción fibrosa. Su masa posee impurezas de arcilla y cristales de cuarzo. El yeso compacto alcanza mayor desarrollo que el de tipo escamoso y terroso, en una proporción de 65%, 23% y 12% respectivamente.

Se citan a continuación las reservas y leyes de las canteras El Galpón-La Melita (1), Paraná (2) (Gamkosian, 1973, en Angelelli et al., 1980); Cañada Verde (3), Sinchi Caño (4), (Minera Tea, 1968).

Superf.	Potencia	Ley	Reservas	Prof. (encape)	
km <sup>2</sup>	m	%	t	m	
(1)	0,58	0,35-0,79	85-97	910.331	0,62-2,61
(2)	0,52	0,24-0,59	87-94	600.275	1,58-2,82
(3)	0,79	-	95-86	921.173	1,20
(4)	1,11	-	95-82	898.800	1,50

Análisis de muestras de las canteras El Galpón (1), La Melita (2) y Cañada Verde (3) (Angelelli et al., 1980) permiten apreciar sus características técnicas:

Sílice e insolubles	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe	CaO	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O-	H <sub>2</sub> O	Yeso CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	
%	%	%	%	%	%	%	
(1)	5,04	0,66	30,33	43,58	0,27	19,97	93,16
(2)	2,20	0,78	31,80	45,81	0,18	20,51	97,67
(3)	3,28	0,61	30,91	44,29	0,21	20,12	94,94

#### 4. ROCAS DE APLICACION

La explotación de calizas y dolomías, en la sierra de Ancasti, fundamentalmente, y en el Distrito Ancaján (Santiago del Estero), constituye el rubro de mayor significación tanto minero como económico de la región.

Los materiales pétreos, de una amplia variedad litológica (granitos, basaltos, granulitas, etc.), presentan características y aptitudes tecnológicas que permiten su utilización como materiales triturados para la construcción y obras viales.

Las areniscas aflorantes en la localidad de Cerrillos, provincia de Santiago del Estero, tienen características físicas adecuadas para su utilización como piedra de afilar y rocas ornamentales.

#### ARENISCAS

Se han establecido reservas en dos yacimientos ubicados en la parte oriental de la Hoja.

El primero es el yacimiento del cerro Ischagón, ubicado en el departamento Choya, a unos 13 km al noreste de Villa La Punta. Los afloramientos están compuestos por una arenisca de grano fino a mediano, color rojo ladrillo, caracterizada por un bajo grado de

diagénesis, limitando su uso a piedra de afilar. Se han cubicado 14.814.149 toneladas (Minera Tea, 1968).

El segundo es el yacimiento de areniscas de Cerrillos que está ubicado en el departamento Guasayán, en el paraje Cerrillos. Presenta un espesor máximo de 340 m, y una estratificación marcada en bancos de espesores variables (10 y 20 cm). El grano varía de términos finos a sabulíticos, aflorando los términos más gruesos en la base de la columna estratigráfica. El alto grado de diagénesis permite su uso como roca ornamental y piedra de afilar. Minera Tea (1968), cubicó reservas del orden de 46.000.000 toneladas.

#### CALIZAS Y DOLOMIÁS

En el área de la Hoja afloran calizas y dolomías cristalinas de variadas purezas y características; algunas de ellas han sido motivo de explotación en forma discontinua desde fines del siglo pasado.

La mayoría de las canteras se encuentran actualmente inactivas a pesar de contar con reservas suficientes y aptitud tecnológica para la fabricación de cemento portland, principalmente, y en menor cuantía para cal. La paralización obedece a factores económicos y de mercado, que cuando se superan les permiten entrar nuevamente en actividad temporaria.

Se han definido los distritos Villa Ancaján (Santiago del Estero) y Ancasti (Catamarca).

Los análisis químicos, expresados en porcentajes, (Cuadro N° 1), citados por diferentes autores, permiten caracterizar globalmente a estas calizas.

En el Distrito Villa Ancaján ubicado en la sierra de Ancaján, departamento Choya, provincia de Santiago del Estero, afloran cuerpos de calizas que forman parte de una secuencia sedimentaria marina sometida a metamorfismo regional (facies de anfibolita) y posterior metasomatismo.

Angelelli et al. (1980) distinguen, en el distrito, los sectores La Capilla y Este de Villa Ancaján.

En el sector La Capilla se emplazan las canteras de Barnetche y Santo Domingo, actualmente inactivas, desarrolladas en un cuerpo de caliza de forma lenticular, con una corrida superior a 700 m, de rumbo N-S e inclinación 75° a 80°E y espesor máximo de 70 m (Santo Domingo). La roca es una caliza gris, granoblástica, de grano mediano, con impurezas de cuarzo y micas; a veces teñida por hidróxidos de hierro. Minera Tea (1968) determinó 1.400.000 t de reservas.

## Cuadro N°1

Los valores han sido establecidos en por ciento (%)

Los análisis químicos son según los siguientes autores: Angelelli et al., 1980; Schalamuk et al., 1983; Minera TEA, 1968; Bazán y Vides de Bazán, 1983.

Canteras de calizas y dolomías	Ins.	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pérd. calc.	Ca CO <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub> (calculados)	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	
<b>La Calera</b> (Catamarca)	9.73	46.00	3.52	0.40	1.40		38.85	81.88	7.35				
	19.46	43.80	0.22	0.80	1.80		34.00	77.96	0.46				
<b>Ben Hur</b> (Catamarca)	14.90	43.46	0.54	0.13	0.87		37.00	77.62	1.13	0.33			
	16.10	40.18	0.72	3.94	0.31		36.18	71.76	1.51	0.34			
	16.80	42.62	0.73	0.09	0.91		35.78	76.12	1.53	0.34			
	30.20	36.60	1.76	1.50	30.00		65.14	3.67					
	17.98	44.40	0.44	0.50	35.25		79.00	0.91					
	14.50	43.46	0.54	0.13	0.87					0.33	37.00	0.08	
	13.60	47.39	0.98	0.16	0.84					0.15	33.80	0.10	
	17.44	41.50	1.52	0.38	1.47					0.19	33.55	0.19	
	9.80	40.37	0.18	0.23	1.52					0.24	33.55	1.18	
	23.70	32.25	0.54	0.19	1.00					0.20	31.54	1.13	
	<b>La Loma</b> (Catamarca)	29.38	37.52	0.84				31.12	66.78	1.74			
		23.85	40.88	0.93				33.50	72.76	1.93			
		18.13	45.64	0.85				33.88	81.23	1.76			
		16.36	44.94	1.15				36.50	79.99	2.39			
29.38		37.52	0.84								31.12		
23.85		40.88	0.93								33.50		
18.13		45.64	0.85								33.88		
16.36		44.94	1.15								36.50		
<b>Barnetche</b> (S. del Estero)	7.30	50.10	0.50	1.00	0.70			89.10	1.00				
<b>Catella</b> (S. del Estero)	13.90	46.00	0.80	0.80	1.40			81.80	1.20				
<b>Don Bartolo</b> (Santiago del Estero)	14.80	37.40	30.10			1.70	2.20				29.50	24.00	
	21.50	30.40			2.00			23.60					
	61.40	34.00						13.30					
	55.90	16.20				3.20		13.50					
	64.30	18.10				2.50		12.20					
	53.10	15.00				3.60		20.00					
	49.00	24.40				3.10		18.50					
	44.50	25.80				3.50		20.30					
	39.60	24.40				3.10		19.70					
	59.90	20.00				2.50		15.20					
	46.20	21.00				3.70		21.90					
	48.70	28.40				2.90		19.00					
	54.90	23.50				4.30		19.00					
	47.30	24.10				2.80		17.40					
	45.30	28.00				2.60		19.60					
	19.70	26.70				3.30		30.00					
20.20	38.20			2.00	30.30								
15.70	20.20			1.70	32.80								
15.30	41.80			2.10	29.20								
15.30	37.10			1.90									
<b>Santa Rita</b> (Santiago del Estero)	17.40	26.80	17.30		0.80				29.40				
	30.40	24.60	12.10		2.10				27.80				
	16.80	27.60	18.50		1.00				25.70				
	23.40	25.20	14.00		1.20				25.30				
<b>Dolomita</b> (Oeste de Villa Ancajón) (Santiago del Estero)	4.90	28.60	17.20		2.00				41.30				
	5.20	28.60	12.80		1.40				34.40				
	6.70	29.60	20.10		1.30				39.20				
	3.10	29.20	18.50		4.10				43.40				
	2.10	29.10	19.00		1.50				43.10				
	2.90	29.00	11.40		5.00				38.10				
	3.00	28.80	11.20		4.80				36.10				
	2.60	28.20	11.70		2.00				35.50				
	4.30	28.70	15.90		2.10				43.20				
	4.40	28.30	13.60		2.00				38.00				
	6.00	28.20	13.80		7.20				38.00				
18.40	30.50	8.50		5.50				33.50					
<b>Ojo de Agua</b> (S. del Estero)	1.92	53.72	1.30	Vest	0.10		43.60	95.92	2.73				

Las canteras del sector Este de Villa Ancaján, excepto la calera Catella, se encuentran inactivas. Están situadas, según Minera Tea (1968), en un cuerpo de 800 m de corrida con un ancho máximo de 450 metros. Los bancos de calizas tienen rumbos que varían entre N5°E y N20°E, con buzamiento variable entre 75°E y la vertical. Se trata de una caliza gris clara que se presenta en bancos compactos y con fino bandeamiento, de grano fino a grueso. Entre los minerales accesorios se distinguen calcita, óxidos de hierro, cuarzo y algo de moscovita y biotita. Entre los bancos se intercalan esquistos anfibólicos y anfibolitas. En el sector occidental del cuerpo se encuentran las canteras Canal Sud, Loma Negra y Jalaf; en el sector nororiental Cafuré, Farías y Vieja Lindell, actualmente operada por Catella con una producción actual de 400 t mensuales de cal para la construcción.

Minera TEA (1968) en una superficie de 1.433 km<sup>2</sup> estableció 7.777.296 t de reservas.

Al noreste de Villa Ancaján se encuentra la cantera Don Bartolo formada por cuerpos de variables dimensiones en un ambiente de rocas graníticas. El material calizo constituye un agregado de grano mediano, blanquecino, verdoso, grisáceo y hasta rosado oscuro que contiene cuarzo, feldespatos y otras especies minerales. Minera Tea (1968) estableció reservas de 15.400.000 toneladas.

La cantera de dolomita Santa Rita, situada al NO de Villa Ancaján, es un cuerpo aislado de la sierra principal por una falla de rumbo NNE (Minera Tea, 1968) y rodeado por sedimentos cuaternarios de 150 m de largo por 50 m de ancho, con orientación NNE-SSO. Sus reservas se estimaron en 61698 t (Schalamuk et al., 1983a).

El yacimiento Dolomita del sector Oeste de Villa Ancaján (Schalamuk et al., 1983a) consiste en una serie de bancos elongados a lo largo de 1500 m con rumbo N30°-35°E e I = 60°-70°SE, emplazados en esquistos micáceos. Existen dos variedades, blanca y rosada, con predominio de ésta última, de grano mediano a fino, textura sacaroide, y con presencia de actinolita y tremolita. Las reservas son del orden de 4.000.000 toneladas.

El Distrito Ancasti (departamento El Alto, Catamarca) comprende las canteras Doña Amalia (activa), y Ben Hur, La Loma y Ojo de Agua (inactivas). Los cuerpos calizos se alojan en una secuencia de esquistos anfibólico-biotíticos, micáceos y hornblendíferos. Esta secuencia está asociada a cuerpos graníticos pequeños, venas de cuarzo y pegmatitas.

La cantera Doña Amalia constituye el emprendimiento minero industrial del NOA, dista 28 km al NO

de la localidad de Frías, en el paraje La Calera, Distrito Guayamba. Se emplaza en un cuerpo calizo de rumbo E-O a NE. Tiene una corrida del orden de 4000 m y un ancho entre 100 y 300 m (Schalamuk et al., 1983a). Está fracturado en distintas direcciones y en sectores se encuentra plegado. La caliza es de color gris oscuro a negro, con tonos azulados, dura, de grano fino, en parte sacaroide y con notable laminación. Presenta venillas de cuarzo y cristales de pirita. Se determinaron reservas del orden de las 100.000.000 t de caliza con una ley promedio de 80% de CaCO<sub>3</sub>. La cantera se encuentra en actividad desde el año 1976. La producción del año 1993 fue de 789.442 toneladas.

La cantera Ben-Hur se encuentra a 18 km al NO de la localidad de Frías, Distrito Vilismán, departamento El Alto, emplazada en dos cuerpos calizos, paralelos, de rumbo predominante meridional y con inclinaciones de 40°-50° hasta 80°O con 880 m de corrida, ancho máximo de 100 m, y un espesor entre 50 y 60 metros. El conjunto está afectado por fallas locales y regionales de rumbo preferentemente NNO-SSE y distintos sistemas de diaclasas. La caliza se presenta en bancos de escasos centímetros hasta de dos metros de espesor; es de color gris oscuro con tono verdoso, de grano mediano a fino. Ludueña et al. (1979, en Schalamuk et al., 1983a) cubican una reserva total de 8.586.000 t, con una recuperación del 50% y con leyes de CaCO<sub>3</sub> entre 71.76% y 77.62%.

La cantera La Loma, distante 18 km al NO de la localidad de Frías, en el departamento El Alto, según Ludueña et al. (1979, en Schalamuk et al., 1983a), se ubica en un cuerpo de rumbo N83°O, con una inclinación de 60°-65°N, corrida de 270 m, ancho máximo de 50 m y espesor de 20 metros. El mineral es de grano fino a mediano, fractura concoidea y estructura esquistosa. Presenta intenso diaclasamiento paralelo y perpendicular al buzamiento. Se establecieron reservas de 130.000 t de caliza cálcico-silicosa a muy silicosa.

En el departamento La Paz, Catamarca, se encuentra ubicada la cantera Ojo de Agua (inactiva). Según Navarro García (1975, en Schalamuk et al. 1983a), el ambiente geológico de la cantera se caracteriza por la predominancia de rocas metamórficas (filitas, esquistos, gneises) con una intercalación de un manto de caliza de rumbo N10°E I30°O, corrida de 150 m y potencia de 60 metros. La caliza tiene de color blanco grisáceo, grano grueso y gran dureza. Aumentan sus impurezas hacia los bordes del cuerpo. Se establecieron reservas de 2.340.000 toneladas.



En proximidades de la localidad de Sol de Mayo, departamento Choya, Distrito Ischagón, en el faldeo oriental de la sierra de Guasayán se encuentra la cantera Shaguaña. Los cuerpos calizos se hospedan en un intrusivo granítico principalmente, y en esquistos anfibólicos en menor grado. Se encontrarían controlados, según Minera Tea (1968), por fracturas N-S. Se han establecido reservas de 788.737 toneladas.

## MATERIALES PETREOS

Se describen solamente los materiales pétreos de diversa composición y características tecnológicas que han sido reconocidos e inventariados mediante tareas de detalle.

Según Minera Tea (1968) en la provincia de Santiago del Estero se han determinado yacimientos con las siguientes características.

Cantera	PEREZ	LA FLORIDA	TRES CERROS	ISCHAGON	LOMA PELADA
MATERIAL	granito	leptometamorfito	granulita	basalto	felsófiro
RESERVAS (miles T)	113.004	2.019	28.540	29.627	28.540
ABSORCION (%)	0.587	1.300	0.055	2.930	-
POROSIDAD (%)	1.6	3.41	0.145	7.71	-
P. ESPECIF. (kg/m <sup>3</sup> )	2.740	2.610	2.660	2.650	-
R. COMPRES. (kg/cm <sup>2</sup> )	372	507	285	301	-
R. TRACCION	50	185	124.7	90	-
ABRASION (%)	34.3	12.9	18.9	16.8	19.3
DURABILIDAD (%)	9.83	10.02	3.80	10.96	-
CUBICIDAD (%)	97.5	87.5	89.8	95.5	-
ADHERENCIA (%)	48.2	44.4	30.33	57.27	-

## 5. CONSIDERACIONES METALOGENETICAS

De acuerdo a criterios de Willner y Miller (1982), y en base a dataciones radimétricas, Reissinger (1983) define cinco fases intrusivas. A los efectos del presente tópico se describen solamente las fases 1, 3 y 5 que corresponden a:

Fase 1-Evento magmático temprano de gabros con mineralización de Ti-Fe.

Fase 3-Evento de pegmatitas portadoras de mica

Fase 5-Eventos tardío-magmáticos con formación de pegmatitas de Li y Be, venas de fluorita y venas de cuarzo.

Las asociaciones representan la secuencia de intrusiones múltiples emplazadas a lo largo de zonas

de debilidad de la corteza donde los gabros son los intrusivos más tempranos. Las pegmatitas de espodumeno y berilo están relacionadas genéticamente con magmas graníticos ricos en componentes fluidos con incorporación de material cortical (anatético?). Zonas de fallas profundas sirvieron como acceso para estas fusiones, y posibilitaron el ascenso hacia regiones altas de la corteza (Reissinger, 1983).

Como conclusión puede señalarse que la mineralización primaria presente en todos los distritos mineros del sector es producto del magmatismo y sus respectivas diferenciaciones:

- Mineralización de Ti-Fe: Originada por segregación magmática.
- Pegmatitas portadoras de moscovita: Por diferenciación magmática en zonas de migmatitas.

- Pegmatitas portadoras de Li-Be: Producto de la diferenciación magmática relacionado con intrusivos graníticos y cuerpos subaflorantes post-orogénicos de edad devónica.
- Venas de fluorita: De origen hidrotermal.
- Vetas de cuarzo con oxidados de Cu: De origen epigenético.

Considerando las fases diastróficas del Paleozoico y los ciclos magmáticos respectivos (Aceñolaza y Toselli, 1973; Llambías et al., 1984; Salfity et al., 1984, en Rapela et al., 1992) que afectaron a la región, y de acuerdo a las características descriptas para los distintos yacimientos, se atribuye la mineralización primaria del área a los siguientes ciclos metalogénicos.

MINERALIZACION	EDAD DE LA MINERALIZACION	CICLO MAGMATICO	FASE DIASTROFICA	ERA
Fluorita y oxidados Cu	Carbonífero inferior-medio	F A M A T I N I A N O	Somuncurá	P A L E O Z O I C O
Espodumeno y Berilo	Carbonífero inferior		Chánica	
Moscovita	Ordovícico medio		Guandacol	
Fe-Ti	Cámbrico	PAMPEANO	Post Irúyica	

## FICHA-MINA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE LA HOJA SAN FERNANDO DEL VALLE DE CÁTAMARCA

Nº	DISTRITO	DEPOSITO	UBICACION	ASOCIACION	MORFOLOGIA	MINERALOGIA	ALTERACION	ROCA DE CAJA		DATOS ECONOMICOS		OBSERVACIONES	BIBLIOGRAFIA
								UNIDAD	LITOLOGIA	RESERVAS	LEYES		
<b>BERILIO</b>													
I-11	I EL ALTO-UNQUILLO	Buena Estrella	2818'40"S 6518'03"O	Be	Pegmatita zonal asimétrica.R=N30-40E.I=subvertical hacia el SO.L=120m.P=5.60-18m.Prof.=15m	Be Ganga Fk,Q,mica		Complejo Sierra Brava(M.El Ju-meal);F.Ca-reta Salta-na;F.Infan-zón	Esquistos micáceos		3,17kg/m3, 8,4% BeO	Rajo a cielo abierto en núcleo. Berilo con dimensión promedio 5cmx10cm.Mineralización devónica superior-carbonífera inferior	González y González,1985a; Acosta et al., 1988
IV-35	IV ANCASTI	María Ester	2814'32"S 6513'30"O		Pegmatita zonada.R=N340I.I=subvertical.L=117,5m.P=10m.Prof.=15m	Be Ganga Q,Mic,Mus		F.La Cébila;F.Ancasti;F.Infan-zón		20.625t	10 kg/m3	Mineralización devónica superior-carbonífera inferior	Acosta et al., 1988
<b>FLUORITA</b>													
II-15	II EL PORTEZUELO-LOS MUDEROS	Dal	2819'00"S 6528'40"O	F	Vetiforme.R=N130I-N75I.I=subvertical al SO.L=450m.P=0,40-4m (promedio 1,10m)	Fl Ganga Q,Cid,Op		Plutonitas posttectónicas	Granitos porfiríoides	positivas-probables: 23.000t, 73% CaF2; posibles 60-80.000t	80% CaF2	Epitermal. 800m de labores subterráneas.Planta de concentración.Mineralización carbonífera superior	Jurado Marrón,1980
<b>HIERRO-TITANIO</b>													
77		Cerro Cascabel	2737'00"S 6516'50"O	Fe-Ti	Magmático.R=NNE,NE,E-O,ONO, NO y N-S(cone sheet).I=35-65l al centro.L=257m.P=0,25-0,40m. Prof.:30m inferior	Ilm,Mag,Py,Cp,Po,Pent, Rt Ganga Hb,Ci		Complejo Sierra Brava(M.El Ju-meal); F. Infanzón	Metaultramafitas	319m de profundidad	TiO2 34,2%; Fe2O3 8,68%; FeO 30,28%	Rajo a cielo abierto de 17x15x5m de profundidad. Destapes menores.Mineralización precámbrica? a cámbrica inferior	Bassi,1952;Schalamuk et al.,1983b
78		Cerro Rico	2837'00"S 6516'30"O		"Vetas" de mineralización diseminada.R=N30I.I=56l-83l SO.L=15m.P=0,80-2m	Mag(42%),Hem(12%), Ilm(21%) Mag,Py,Cp,Po,Pent,Rt Ganga Hb,Ci		Plutonitas posttectónicas	Metagabros hornblendíferos		TiO2 11,11%; Fe2O3 41,47%; FeO 32,21%	Destapes,trincheras;labor 14 a 15m de profundidad.Mineralización precámbrica?cámbrica inferior	Bassi,1952;Valladares y Estrada Castillo, 1986b
<b>LITO</b>													
III-24	III VILSMAN	Reflejos del Mar	2027'00"S 6527'00"O	Li-(Be)	Pegmatita.R=N5I.I=70-75E.L=110 m, discontinua en corrida de 1.500 m.P=3,61m promedio. Prof.=15m conocida	Esp,Be Ganga Q,Tur, Fk,mica		F.La Cébila;F.Ancasti;F.Infan-zón	Esquistos cuarzo-micáceos	probables 13.600t	20% espodumeno	Labores de explotación.Mineralización devónica superior-carbonífera inferior.Pegmatita zonada	Angelelli et al.,1970; Valladares y Estrada Castillo,1986a
IV-34	IV ANCASTI	Santa Gertrudis	28106'25"S 6513'14"O	Li-Be	Pegmatita.R=N342I.I=subvertical. L.tres cuerpos:Norte=220m,Centro: 220m,Sur=150m.P=5 a 8m.Prof.=15m conocida	Esp,Be Ganga Fk,Q,Tur			Esquistos micáceos	probables 14.500t los tres cuerpos	5% LiO2	Labores a cielo abierto.Rajo en cuerpo N de 104m largo y 5m ancho.Mineralización carbonífera inferior	González y González,1985b; Acosta et al., 1988
<b>MOSCOVITA</b>													
VII-53	VII FRAY M. ESQUIU	Payahuasi		Moscovi-ta	Pegmatita.R=N-S.I=subvertical hacia el O.L=310m.P=14m media y 18m máxima	Mus Ganga Fk,Q		F.El Portezuelo;F.Ancasti(M.El Portezuelo); F.Los Divisaderos	Gneises,migmaitas,esquistos inyectados			40m de laboreo.En sectores N y occidental hay socavones cortos y un pique. Mineralización ordovícica media	Acosta et al., 1988

Abreviaturas: Be:berilio; Cl:clorita; Cld:calcocadonia; Cp:calcopirita; Esp:espodumeno; Fk:feldespato potásico; Fl:fluorita; Hb:hornblenda; Hem:hematita; Ilm:ilmenita; Mag:magnetita; Mic:microclino; Mus:muscovita; Op:ópalo; Pent:pentlandita; Po:pirrotina; Py:pirita; Q:cuarzo; Rt:rutilo; Tur:tourmalina

## BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F.G. y A.J. TOSELLI, 1977. Esquema geológico de la sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. *Acta Geol. Lill.* XIV: 233 - 259.
- ACEÑOLAZA, F.G. y A.J. TOSELLI, 1981. Geología del Noroeste Argentino. Publicación 287. Universidad Nacional de Tucumán.
- ACEÑOLAZA, F.G.; F. DURAND y R.FERNANDEZ, 1983. Fallas modernas, en ACEÑOLAZA F.G.; H. MILLER y J. TOSELLI editores. La geología de la sierra de Ancasti. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie.*, 59: 243 - 251. Münster.
- ACEÑOLAZA, F.G.; H. MILLER y J. TOSELLI, editores, 1983. Geología de la sierra de Ancasti. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie.* Heft 59, 372 pág. Münster.
- ACOSTA, G.R.; H. JURADO MARRON; L.E. PAPETTI; S.E. FUENTES; S. WATKINS y A. OVEJERO de FILIPPIN, 1986. Minería en Catamarca, posibilidades que hacen a su desarrollo. Dirección Provincial de Minería. Catamarca. 88 págs. Inédito.
- ACOSTA, G.R.; H. JURADO MARRON; L.E. PAPETTI; S.E. FUENTES; S. WATKINS y A. OVEJERO de FILIPPIN, 1988. Estudio geoeconómico de pegmatitas. Dirección de Minería de Catamarca - Consejo Federal de Inversiones. Catamarca. 160 págs. Inédito.
- ALVAREZ, L., F. FERNANDEZ SEVESO, M. PEREZ y N. BOLATTI, 1990. Estratigrafía de la cuenca Saliniana. XI Cong. Geol. Argentino, Actas II: 145 - 148.
- ANGELELLI, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. I: 296 - 298.
- ANGELELLI, V., I. SCHALAMUK y R. FERNANDEZ, 1980. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región Centro Cuyo. Secretaría de Estado de Minería. *Anales* IXX.
- ANGELELLI, V., J.C. FERNANDEZ LIMA, A. HERRERA y L. ARISTARAIN, 1970. Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina. Minerales Metalíferos. Dirección Nacional de Geología y Minería. *Anales* XIV.
- BACHMANN, G. y B. GRAUERT, 1987a. Datación de metamorfismo basado en el análisis isotópico Rb/Sr en perfiles de pequeña sección de metasedimentos polimetamórficos en el Noroeste Argentino. X Congreso Geológico Argentino, Actas III: 17 - 20.
- BACHMANN, G. y B. GRAUERT, 1987b. Análisis isotópico Rb/Sr y edad del granate almandino en los gneises bandeados polimetamórficos de la sierra de Ancasti y Tafi del Valle (Sierras Pampeanas, NW - Argentina). X Congreso Geológico Argentino, Actas III: 21 - 24.
- BALDIS, B.A., J.G. VIRAMONTE y J.A. SALFITTY, 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el cratógeno central argentino y el borde austral de la Puna. 2 Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, 4: 25 - 44.
- BASSI, H.G.L., 1952. Los depósitos de magnetita e ilmenita titanífera de la mina Podestá (ex Romay). Departamento El Alto. Dirección Nacional de Minería. Boletín 77.
- BASSI, H.G.L., 1976. Inspecciones mineras Distrito Icaño y manifestaciones cupríferas Irma e Iniciación. Servicio Geológico Minero. Plan NOA I, inédito.
- BATTAGLIA, A., 1982. Descripción geológica de las Hojas 13f, Río Hondo, 13g Santiago del Estero, 14g, El Alto, 14h Villa San Martín, 15g Frías, provincias de Santiago del Estero, Catamarca y Tucumán. Servicio Geológico Nacional, Bol. 186.
- BAZAN, C.A. y M.A. VIDES de BAZAN, 1983. Minería en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI. Geología de la sierra de Ancasti. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie.* Heft 59. Münster.
- BEDER, R., 1925. Algunas observaciones sobre el mineral de hierro de la mina Romay, cerca de Albigasta. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Publicación 11.
- BEDER, R., 1928. La sierra de Guasayán y sus alrededores. Publicación 39. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología.
- BENITO, J.I. y G. QUARTINO, 1985. La metatraquita fonolítica de Tres Cerros y sus relaciones con las metamorfitas de la sierra de Guasayán, provincia de Santiago del Estero. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 40 (3-4): 176 - 183.
- B.I.A.N.S.A. S.A., 1984. Diagnóstico Minero de la Provincia de Catamarca. Inédito.
- BLACKWELDER, E., 1931. Desert plains. *Journal Geology*, 39: 131 - 140.

- BOSSI, G.E., A.L. AHUMADA, I. GAVRILOFF y C. MUROAGA, 1990. Análisis facial de la Formación Río Salí en el valle del río Chorrillos, departamento Burruyacú, Tucumán. Tercera Reunión Argentina de Sedimentología, San Juan. Actas: 61 - 65.
- CAMINOS, R., 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales - Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan, en Geología Regional Argentina, I: 225 - 291, Academia Nacional Ciencias Córdoba.
- COIRA, B. y M. KOUKHARSKY, 1970. Geología y petrología de la sierra Brava, provincia de La Rioja. Revista Asociación Geológica Argentina, 25: 444 - 466.
- CRUZ ZULOETA, G.G. y H. VALLADARES, 1985. Evaluación previa de la mina «Ipizca I». Departamento Ancasti, provincia de Catamarca. Inédito.
- DE ALBA, E., 1972. Sistema del Famatina, en A. F. Leanza (ed.), Geología Regional Argentina, 143 - 184, Academia Nacional de Ciencias Córdoba.
- EREMCHUK, J., R. MON, L. SUAYTER y M. ZOSSI, 1981. Sismicidad y tectónica en los Andes del Norte Argentino. Asociación Geológica Argentina, Revista 36 (2): 197 - 203.
- ETCHEVERRY, R., 1980. Mineralización y petrología de área de Las Cañadas. Departamento El Alto, provincia de Catamarca. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, II(3-4): 1 - 26.
- ETCHEVERRY, R., 1983. Rocas máficas y ultrabásicas. Petrología y mineralización, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y J. TOSELLI editores. Münstersche Forschungen zur Geologie und Pálaontologie, 59: 113 - 136, Münster.
- FIDALGO, F., 1966. Geología del Pleistoceno del «valle» de Catamarca. Servicio Geológico Nacional, carpeta 663. Inédito.
- GAMKOSIAN, A., 1973. Los yacimientos de yeso de la sierra de Guasayán, departamentos Guasayán, Choya y Capital de la provincia de Santiago del Estero. Consejo Federal de Inversiones. Inédito.
- GONZALEZ, O. y R. GONZALEZ, 1985a. Evaluación previa de mina «Buena Estrella». Departamento El Alto. Provincia de Catamarca. Inédito.
- GONZALEZ, O. y R. GONZALEZ, 1985b. Evaluación previa de mina «Santa Gertrudis». Departamento El Alto. Provincia de Catamarca. Inédito.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950a. Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. Asociación Geológica Argentina, Revista 5: 81-110.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950b. Descripción geológica de la Hoja 13b Villa Alberdi, provincia de Tucumán. Dirección Nacional del Minería, Boletín 74.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1951. Una nueva Formación precámbrica en el Noroeste Argentino. Com. Museo La Plata, 5: 4 - 6.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1978. Descripción geológica de la Hoja 14f, San Fernando del Valle de Catamarca, provincias de Catamarca y Tucumán. Servicio Geológico Nacional, Boletín 160.
- HERRERA, A.O., 1964. Las pegmatitas de la provincia de Catamarca. Estructura interna, mineralogía y génesis. Asociación Geológica Argentina, Revista 19 (1): 35 - 56.
- INTROCASO, A., A. LION y V. RAMOS, 1987. La estructura profunda de las sierras de Córdoba. Asociación Geológica Argentina, Revista 42 (1-2): 177 - 187.
- JORDAN, T.E. y R.W. ALLMENDINGER, 1986. The Sierras Pampeanas of Argentina: a modern analogue of Rocky Mountain foreland deformation. American Journal of Sciences, 286: 737 - 764.
- JORDAN, T.E., P. ZEITTEIR, V. RAMOS y A.J.W. GLEADOW, 1989. Thermochronometric data on the development of the basement peneplain in the Sierras Pampeanas, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 2 (3): 207 - 222.
- JURADO MARRON, I., 1980. Informe tercero del plan de estudio geológico - minero de yacimientos de mica. Dirección Provincial de Minería. Catamarca. Inédito.
- KNÜBER, M., 1983. Dataciones radimétricas de rocas plutónicas y metamórficas, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI, editores. Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie 59: 201 - 209. Münster.
- LAPIDUS, A., 1951. Pegmatitas portadoras de berilo en la sierra de Ancasti. Dirección Nacional Minería. Informe 539. Inédito.
- LEGUIZAMON DE AURIEMMA, M. y R. AURIEMMA, 1976. Informe preliminar área de reserva número 99, Icaño. Servicio Minero Nacional. Plan NOA I. Tucumán. Inédito.

- LOTTNER, V., 1983. Las pegmatitas de la sierra de Ancasti, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI editores. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie* 59: 137 - 151. Münster.
- MINERA TEA, 1968. La sierra de Guasayán. Instituto Dirección de Minería de Santiago del Estero. Inédito.
- MON, R., 1976. La tectónica del borde oriental de los Andes, en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 31 (2): 65 - 72.
- NULLO, F.E., 1981. Descripción geológica de la Hoja 15f, Huillapima, provincia de Catamarca. Servicio Geológico Nacional, Boletín 178.
- NULLO, F.E., 1984. Estructura del extremo austral de la sierra de Ancasti, Catamarca. IX Congreso Geológico Argentino, Actas II: 414 - 426.
- RAPELA, C.W., B. COIRA, A. TOSELLI y J. SAAVEDRA, 1992. El magmatismo del Paleozoico inferior en el sudoeste de Gondwana. En *Paleozoico inferior de Ibero-América*. GUTIERREZ MARCO, J.C., J. SAAVEDRA y J. RABANO editores. Parte I. Contribuciones generales ibero-americanas. Actas: 21 - 68. Mérida.
- REISSINGER, M., 1983. Evolución geoquímica de las rocas plutónicas, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI, editores. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie*, 59: 113 - 156. Münster.
- ROELLIG, F., 1966. Informe geológico - económico de «El Unquillo», departamento El Alto, provincia de Catamarca. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito.
- ROSSI, N.I., 1965. Manifestaciones litíferas del departamento El Alto, provincia de Catamarca. Instituto Nacional de Geología y Minería, 38 págs. Inédito.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1973. IV Congreso Nacional del Agua. Comunicaciones I: 233 - 277. Santiago del Estero.
- SALFITY, J.A. y S. GORUSTOVICH, 1983. Paleogeografía de la cuenca del Grupo Paganzo (Paleozoico superior). *Asociación Geológica Argentina, Revista* 38 (3-4): 437 - 453.
- SCHALAMUK, I., R. FERNANDEZ y R. ETCHEVERRY, 1983a. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región NOA. Subsecretaría de Minería. *Anales* XX.
- SCHALAMUK, I., L. DALLA SALDA, V. ANGELELLI, R. FERNANDEZ y R. ETCHEVERRY, 1983b. Rocas máficas y ultramáficas. Petrología y mineralización de la sierra de Ancasti, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI, editores. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie*, 59: 113-136. Münster.
- SAYAGO, J.M., 1986. Morfoclimas y paleoformas en el evolución geomorfológica de la sierra de Ancasti (Cuaternario superior) Catamarca. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 41 (1-2): 155 - 164.
- TOSELLI, A.J., L. DALLA SALDA y R. CAMINOS, 1992. Evolución metamórfica y tectónica del Paleozoico inferior de Argentina, en GUTIERREZ MARCO, J.C., J. SAAVEDRA y E. RABANO, editores, *El Paleozoico inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura.
- TOSELLI, A., F.R. DURAND, M.E. MEDINA y R. RAMIREZ VERGARA, 1984. Caracteres petrológicos y geoquímicos del stock de Las Cañadas, provincia de Catamarca. IX Congreso Geológico Argentino, Actas III: 185 - 204.
- VALLADARES, H. y D. ESTRADA CASTILLO, 1986a. Evaluación previa de la mina «Reflejos del Mar». Departamento El Alto. Catamarca. Inédito.
- VALLADARES, H. y D. ESTRADA CASTILLO, 1986b. Proyecto Cerro Rico, Titanio - Hierro. Evaluación previa. Catamarca. Secretaría de Minería, CENOA. Inédito.
- WILLNER, A.P., 1983. Evolución tectónica, en ACEÑOLAZA, F.G., H. MILLER y A. TOSELLI editores. *Münster Forschungen zur Geologie und Pálaontologie*, 59: 201 - 219, Münster.
- WILLNER, A.P. y H. MILLER, 1982. Polyphase metamorphism in the Sierra de Ancasti (Pampean Ranges, NW-Argentina) and its relation to deformation. V Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 441 - 455.

Se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 1995  
en los Talleres Gráficos de SERVICOP  
de Editorial Universitaria de La Plata

Calle 50 N° 742 - 1900 - Tel/Fax (021) 258830