

## RESUMEN

En este trabajo se da a conocer la tipología de los principales yacimientos wolframíferos de la provincia de San Luis. Los yacimientos se ubican en ambiente de Sierras Pampeanas siguiendo sus lineamientos y estructuras.

La mineralización es de scheelita y/o wolframita y se presenta en diferentes rocas del basamento como rocas calcosilicatadas, anfíbolitas, cuarcitas, esquistos cuarzo-biotíticos, gneises y también en guías y vetas de cuarzo. Los depósitos han sido formados por diferentes procesos geológicos y son considerados según los casos como singenéticos con la roca portadora o epigenéticos.

## ABSTRACT

In this paper the classification of the principal tungsteniferous deposits of San Luis Province is given. The deposits are placed in the Sierras Pampeanas geological setting, following its lineament and structures.

The ore is scheelite and/or wolframite and it's present in different rocks of the basement as calc-silicate rocks, amphibolites, quartzites, quartz-biotite schists, gneisses and also in quartz guides and veins. The deposits have been formed by different geological processes and are considered depending on the cases as syngenetic with the bearing rock or epigenetic.

## INTRODUCCION

En las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis se localizan numerosos yacimientos de wolframio que revistieron gran importancia durante las primera y segunda guerras mundiales y la guerra de Corea, período en los cuales fueron intensamente explotados. Son numerosos los informes mineros sobre algunos depósitos que datan de esa época, intensificándose en los últimos años los estudios de investigación!

En este trabajo se tratará la caracterización de los principales tipos de depósitos de tungsteno correspondientes a la provincia de San Luis. La ubicación de los yacimientos puede visualizarse en la fig. 1.

Se quiere dejar especial agradecimientos al Profesor Dr. Höll de la Universidad de Munich, Rep. Federal de Alemania, por las discusiones mantenidas con motivo de la visita conjunta a los depósitos.

## GEOLOGIA

Las sierras de la provincia de San Luis están integradas esencialmente por un basamento metamórfico-plutónico compuesto por rocas metamórficas de grano fino (filitas y micacitas) y grano grueso (gneises y migmatitas) que se disponen en franjas de rumbo N-S,

intruídas posteriormente por cuerpos graníticos. La mayoría de las metamorfitas son meta sedimentitas con un rango metamórfico perteneciente a las facies anfibolita (Gordillo y Lencinas, 1979).

En estas sierras se reconocen tres fases principales de deformación originadas durante los ciclos orogénicos Pampeano (= Panamericano) de edad Precámbrico superior - Eocámbrico, Famatiniano, de edad Ordovícico-Silúrico, y Variscico, de edad Devónico-Carbónico, que fueron acompañados por otras tantas fases de intrusiones graníticas, sintectónica, tardío tectónica y postectónica, (Yrigoyen, 1981). Existen evidencias de un basamento más antiguo (Gordillo y Lencinas, 1979) posiblemente perteneciente al ciclo Uruquano.

La estructura del basamento es compleja, producto de los ciclos antiguos de deformación junto con el emplazamiento de cuerpos graníticos. Las dislocaciones de importancia morfo-genética formaron bloques basculados con bordes occidentales levantados y flancos orientales de suave inclinación, los que delimitan depresiones longitudinales con rellenos de sedimentos continentales de edades del Paleozoico superior a cenozoicas. Un sistema conjugado de fallas menores de rumbo NO-SE y NE-SO completa el cuadro de fracturación del basamento.

### TIPOLOGIA

La gran cantidad de manifestaciones de tungsteno (más de 100) tienen amplia distribución areal en ámbito de las Sierras Pampeanas, no presentando siempre las mismas características. Estas distintas formas de presentarse la mineralización imponen la necesidad de establecer una clasificación para los principales tipos. Se han tomado para este análisis solamente los yacimientos de la provincia de San Luis por ser éstos los más revisados y/o estudiados últimamente por los autores. Han quedado sin mencionar pequeñas manifestaciones de muy escaso laboreo que no permiten definir sus características para encuadrarlas en un esquema.

Los criterios adoptados para realizar esta tipología fueron elegidos teniendo en cuenta los caracteres morfológicos y litológicos presentes en cada caso. Las relaciones genéticas de estos yacimientos se verán más adelante y no fueron considerados en esta clasificación. La distinción más importante surge al considerar el parámetro morfológico de la mineralización, distinguiéndose de este modo tres tipos:

- diseminada
- vetiforme concordante
- vetiforme discordante

Existe un tipo intermedio en el cual filones de cuarzo mineralizados se encuentran alojados en aquellos bancos de metasedimentos que son a su vez portadores de minerales de wolframio. El segundo criterio considerado fue la litología hospedante de la mineralización. El tipo diseminado se localiza en diferentes rocas del basamento metamórfico (rocas calcosilicatadas, anfibolitas, esquistos cuarzo-biotíticos y cuarcitas) mientras que en los depósitos vetiformes los minerales de tungsteno se alojan en filones de cuarzo los que a su vez contienen o no turmalina y sulfuros.

En el cuadro 1 se puede observar además de la litología mencionada, la especie mineral portadora de tungsteno en cada una de las clases de depósitos. Los ejemplos presentados en cada una han sido elegidos tomando en consideración sus rasgos más conspícuos aunque muchos de ellos poseen caracteres subordinados de los otros tipos.

En el sector Los Morrillos la faja mineralizada tiene un largo de unos 13 km en el sen tido del rumbo de las metamorfitas y anchos variables entre 10 y 100 metros. La mena se distribuye en 1 a 4 bancos integrados por mármoles, rocas calcosilicatadas y anfibolitas con un espesor de 0,2 a 2 m y una longitud de cientos de metros. La mineralización está constituida por scheelita diseminada en granos generalmente no mayores de 3 mm; completan la paragénesis escasa magnetita, blenda, pirita y pirrotina.

Existen por otro lado vetas de cuarzo discordantes, las que al atravesar los bancos descritos anteriormente son portadoras de scheelita, como se observa en Loma Blanca. El con tenido de mineralización es mucho menor en los casos en que se trata de filones pegmatíticos en lugar de cuarzosos.

En la zona del Yulto y Sierra del Morro las características son similares a la de Los Morrillos. En estas áreas las facies calcosilicatadas mineralizadas también están acompañadas por anfibolitas y mármoles y las rocas de caja son esquistos migmatíticos y migmatitas. Otra diferencia con la zona de Los Morrillos es la mayor intensidad de la deformación estructural y los procesos de granitización presentes.

En la Sierra de la Estanzuela se conocen 3 manifestaciones similares (La Estanzuela, San Pedro y El Talar). Constan de 1 ó 2 bancos de calizas dolomíticas intercalados entre esquistos biotíticos y atravesados por filones pegmatíticos. La mineralización de scheelita diseminada se dispone en varios mantos lentiformes dentro de los bancos calcáreo-dolomíticos acompañados de epidoto, granate y diópsido.

En la mineralización Los Reventones, cercana a Villa Praga, aflora un banco de 5 m de potencia y rumbo N-S formado por rocas calcosilicatadas, constituidas por epidoto, actinolita, granate, calcita con scheelita diseminada situados entre esquistos micáceos. Estos bancos son cortados por una pegmatita.

#### Tipo 1b: Mineralización de scheelita diseminada en cuarcitas

A este tipo corresponden los depósitos El Cangrejo, Los Cocos y Los Alamos que se localizan en un recorrido de 4 kilómetros. Se presentan a lo largo de una faja de rumbo N-S aunque no se sabe si la mineralización wolframífera se aloja en un banco guía o en una secuencia más amplia de sedimentación primaria.

La roca dominante de la región es una micacita constituida por biotita, feldespato y cuarzo que se alterna con capas de cuarcita de 0,5 a 2,5 m de ancho. En estas últimas se encuentra la mineralización diseminada de scheelita. Los estratos son débilmente esquistosos y se encuentran intruídos por lentes delgadas de pegmatitas y cuarzo. En esta zona no existen facies carbonáticas ni anfibólicas.

Las metamorfitas están plegadas según ejes N-S y los pliegues buzan hacia el Sur. Las partes axiales de algunos pliegues son apretados y es frecuente observar que las capas de cuarcita están arrugadas en pliegues concéntricos menores.

Según Stoll (1963) las concentraciones más ricas de scheelita se encuentran en las zonas axiales, tanto anticlinales como sinclinales. A veces se encuentran enriquecimientos de scheelita dentro o cerca de venillas de cuarzo, donde éstas cortan a los bancos de cuarcitas.

Entre esta franja y la mina Carlito que se localiza a 4 km, se observaron dos bancos de turmalinitas, concordantes con los esquistos, cuya presencia se considera de interés como se verá en el capítulo final.

## Tipo 2: Mineralización de scheelita diseminada en esquistos cuarzo-biotíticos asociada a vetas de cuarzo con scheelita.

A este tipo corresponden los yacimientos La Florida, Carlito, La Teodolina (Fig. 1) que presentan características comunes y se ubican en una franja meridional geológicamente definida. Por la gran distancia entre los tres yacimientos es difícil precisar si se ubican en un banco guía e inclusive si se encuentran en una misma serie depositacional primaria. Estos tres depósitos y algunas manifestaciones intermedias comparten características por lo cual se los agrupa en este tipo.

La primera es que existe una mineralización diseminada en bancos definidos donde los granos de scheelita, menores de 1 mm, se encuentran orientados por procesos metamórficos. En la mina La Florida se encuentra una sucesión de esquistos cuarzo-biotíticos y bancos constituidos por cuarzo, plagioclasa, biotita, granate, epidoto, turmalina, titanita, ambos con scheelita diseminada en granos de 0,5 a 0,005 milímetros. En Carlito los esquistos cuarzo-biotíticos se alternan con esquistos muscovíticos-biotíticos, encontrándose la mineralización diseminada de scheelita en los primeros. En La Teodolina la scheelita también se localiza diseminada y orientada en esquistos cuarzo-biotíticos. En estas rocas se encontraron relictos de fenocristales de plagioclasa y cuarzo con textura porfírica (Carlito) y cristales de plagioclasa zonal (La Teodolina) que permiten deducir una participación ígnea mesosilícica en la roca primaria.

Dentro de esos bancos cuarzo-biotíticos es común observar guías de cuarzo más o menos concordantes, con nidos y ojos de scheelita irregularmente distribuidas (La Florida y La Teodolina), mientras que en Carlito los granos de scheelita se encuentran orientados por metamorfismo, paralelamente a los contactos de la veta con la roca de caja.

Por último se encuentran granos y cristales de scheelita en forma de rosarios alojados en los esquistos cuarzo-biotíticos. Estos rosarios se ubican en las cercanías a los contactos entre los esquistos y las mencionadas venillas de cuarzo, disponiéndose en forma paralela a los mismos.

## Tipo 3: Mineralización de scheelita, vetiforme, concordantes con los esquistos

A este tipo de depósitos corresponde la mina El Duraznito, que se ubica a unos 65 km al NNW de la localidad de La Toma (Fig. 1). Este depósito es parte de una corrida más larga (aproximadamente 15 km) a la que también pertenece la mina La Trinidad.

La principal mineralización de scheelita se localiza en vetas de cuarzo con turmalina, cuya roca de caja es un esquisto biotítico. Tanto las vetas como las metamorfitas fueron afectadas en conjunto por algunos de los procesos metamórficos que actuaron en la zona. Las vetas mineralizadas se encuentran en dos corridas distantes unos 50 metros entre sí, tienen un rumbo aproximado N-S y una inclinación subvertical. Cada corrida está formada por 10 a 15 venillas más o menos paralelas, con potencias variables entre 10 y 50 centímetros. Estas venillas se distribuyen en una distancia horizontal de 10 a 15 metros. La scheelita está acompañada por escasos sulfuros entre ellos, pirita, calcopirita, bismutina. El esquisto biotítico no presenta mineralización.

Estas vetas de cuarzo están atravesadas a su vez por otro sistema de vetas cuarzo de una generación posterior, que sólo en algunos lugares son portadoras de scheelita. El mineral podría haber sido asimilado en la intersección con las otras vetas mineralizadas o representar un aporte wolframífero nuevo

### Tipo 3b: Mineralización de wolframita y scheelita, vetiforme, concordante con los esquistos

A este tipo de depósitos corresponde la mina San Román, la cual se ubica 9 km al sur de la localidad de La Carolina (Fig. 1). La mineralización está ligada a vetas de cuarzo concordantes con esquistos epidóticos-biotíticos que se localizan en una franja de metamorfitas de rumbo predominante N-S formada por filitas, cuarcitas y gneises. La mina San Román presenta un sistema de tres vetas paralelas, subverticales formadas por lentes de 30 cm a 1 metro de potencia, que se extienden sobre una distancia de 1000 metros en dirección N-S. La mineralización está constituida por wolframita y scheelita con escasa pirita y calcopirita.

Los yacimientos del Valle de Pancanta, como por ejemplo la mina San Ramón, Media Luna, Pringles, están formados por vetas de cuarzo concordantes con esquistos epidóticos-biotíticos, filitas y cuarcitas. La mineralización de scheelita, wolframita, con escasa pirita, calcopirita y arsenopirita, se encuentra en el cuarzo y en el contacto de éste con los esquistos epidótico-biotíticos. Se carece aún de trabajos que permitan poder dilucidar la existencia o no de scheelita diseminada en las rocas de caja.

### Tipo 4a: Mineralización de scheelita y wolframita, yacimientos vetiformes discordantes

Pertenece a este tipo la mina Los Cóndores que se ubica 16 km al WSW de la localidad de Concarán (Fig. 1); se trata del yacimiento de tungsteno que ha sido más explotado en el país. La zona está constituida por esquistos micáceos de rumbo N-S intruídos por guías de cuarzo y pegmatitas.

El yacimiento se encuentra en una posición perpendicular a la estructura regional y comprende cuatro vetas de posición subvertical y rumbo E-W. La veta más importante tiene una longitud de 700 metros, una potencia que oscila entre 0,8 y 1,5 m y su forma es ligeramente lenticular. Las vetas poseen una marcada textura simétrica. Los bordes externos se componen de paquetes de láminas de mica verdosa, orientadas perpendicularmente a los mismos, alcanzando hasta unos 12 cm de ancho. Continúa hacia la parte interna una franja de mica con wolframita y cantidades menores de turmalina, cuarzo y sulfuros. El centro de la veta está formado por cuarzo y menor proporción de wolframita y sulfuros. La mineralización está integrada por wolframita, sanmartinita, scheelita, pirita, blenda, calcopirita, pirrotina, oro, marcasita, bismutina, bismuto nativo, antimonita, molibdenita, etc. (Brodtkorb y Ametrano, 1981). Esta paragénesis es característica de fases pneumatolíticas-hipotermales. La mica de Los Cóndores está datada en  $334 \pm 10$  m.a., correspondiendo la formación del yacimiento al ciclo más joven de intrusiones graníticas del área.

Escasa distancia al sur de Los Cóndores se encuentra el depósito El Aguila, que fuera explotado sólo en pequeña escala. El yacimiento está representado por varios mantos de cuarzo portadores de scheelita, wolframita y sulfuros, que cortan a las metamorfitas con una inclinación de  $10^\circ$  a  $30^\circ$  al N y E.

### Tipo 4b: Mineralización de wolframita y scheelita, vetiforme, discordante

Dentro de esta categoría se encuentran los yacimientos Los Avestruces, La Aspereza y Los Piquillines.

El Yacimiento Los Avestruces se ubica 7 km al SSW de la localidad de San Martín. Las rocas predominantes de la región están formadas por esquistos y gneises biotíticos, intruídos por apófisis graníticas, pegmatitas y aplitas. El yacimiento está constituido por seis filones mineralizados de rumbo NW-SE, siendo su inclinación subvertical. La veta más

larga alcanza los 2 km y una potencia de 0,2 a 0,6 metros. La mena está constituida por scheelita, menor cantidad de wolframita y escasa pirita, calcopirita, minerales de bismuto y berilo.

El yacimiento La Aspereza se encuentra en las cercanías del anterior; está formado por un sistema de 4 vetas de dirección NNW-SSE ubicadas en esquistos micáceos de rumbo N-S. Las guías mineralizadas principales tienen 10 a 15 cm de espesor y hasta 300 m de longitud. Están constituidas por cuarzo con scheelita y escasa turmalina, wolframita, pirita y calcopirita.

El grupo Los Piquillines se localiza a 16 km al NW de San Martín y está formado por tres vetas alojadas en un granito que presenta diferenciaciones aplíticas. Las vetas tienen recorrido corto y hábito lenticular. La mineralización está formada por scheelita y menor cantidad de wolframita y pirita.

#### Relaciones genéticas entre las diferentes tipologías.

Para una relación genética de estos yacimientos hay que considerar la evolución geológica del área durante su formación primaria, y posteriores procesos metamórficos e intrusivos. Las texturas de la scheelita en los tipos 1a y 1b y parte del 2, indican que su existencia sería al menos, previa al último metamorfismo.

Si se parte de la observación que en los niveles calcosilicatados, anfibólicos, cuarcíticos, y cuarzo-biotíticos se aloja una mineralización de scheelita diseminada con las características texturales antes mencionadas, se puede suponer que se produjo una concentración geoquímica del tungsteno en el momento de la sedimentación primaria.

En los yacimientos ubicados en rocas calcosilicatadas asociadas a anfibolitas, ésta podría indicar el origen volcánico subácueo que aportó al catión wolframio al mar precámbrico dando lugar a esa primera concentración. Un origen similar es propuesto por Höll y Maucher (1976) para depósitos en los Alpes, a pesar que la facies hospedante predominante no es siempre la calcosilicatada.

Las mineralizaciones ubicadas en facies cuarcíticas y cuarzo-biotíticas no están relacionadas a rocas anfibólicas como en el caso anterior. No obstante se han encontrado texturas volcánicas relicticas en los esquistos cuarzo-biotíticos que señalarían la presencia de un vulcanismo (Brodtkorb y Pezzutti, 1982). Por otro lado los bancos de turmalinita (presencia de boro) presentes entre la franja cuarcítica (minas El Cangrejo y Los Alamos) y cuarzo-biotíticas (Mina Carlito) indican expresiones póstumas de una actividad volcánica. Los filones de cuarzo y pegmatitas que cruzan esos bancos mineralizados sólo poseen scheelita en las inmediaciones de los lugares de intersección. Se deduce entonces que la scheelita allí presente es removilizada ya que en el resto de su recorrido son estériles. Las vetas de cuarzo con scheelita y/o wolframita (tipos 3a, 3b, 4a y 4b) sin conexión aparente con metamorfitas mineralizadas pueden haberse formado por procesos hidrotermales conectados con granitos palingénicos que hayan tomado valores anómalos del sedimento originario, concentrándolos durante la cristalización diferencial del magma. Ejemplos de este tipo de yacimientos serían El Duraznito, donde la mineralización se produjo antes de algunas de las fases de metamorfismo o Los Cóndores cuya edad la asocia al ciclo más joven de intrusiones graníticas del área.

Finalmente para el tipo 2 se considera una mineralización primaria diseminada en los esquistos cuarzo-biotíticos, estando los granos de scheelita orientados en planos paralelos,

por metamorfismo. Entre las posteriores intrusiones de guías de cuarzo concordantes y pseudoconcordantes con las metamorfitas, aparentemente sólo contienen scheelita aquellas que intruyeron los esquistos cuarzo-biotíticos, portadores de la mineralización diseminada. El cuarzo así intruído adquirió la scheelita a lo largo de su recorrido formando de este modo una mineralización removilizada. El tipo 2 reúne por lo tanto una mineralización singenética con una epigenética, generada a partir de la primera.

Si se tiene en cuenta la concentración de depósitos de tungsteno en un área circunscripta como lo son las Sierras Pampeanas, resulta posible pensar en que los diferentes procesos geológicos que han llevado a su formación deben haber tenido relaciones entre sí como las que se proponen en este esquema.

#### Lista de trabajos citados en el texto

BRODTKORB, M.K.de y BRODTKORB, A. 1979.- "Consideraciones genéticas de la scheelita presente en metamorfitas de la provincia de San Luis". Asoc. Geol. Arg. Rev. XXXIV, 2 - 131-140.

BRODTKORB, M.K.de Y AMETRANO, S. 1981.- "Estudio mineralógico de la mina Los Cóndores, provincia de San Luis" - VIII Cong. Geol. Arg., San Luis IV, 259-271.

BRODTKORB, M.K.de, BRODTKORB, A y PEZZUTTI, N., 1982.- "Some scheelite mineralizations in the Precambrian of San Luis". Presentado al VI Congreso de "Intern. Ass. Genesis of ore deposits" .

CLAYTON, R., 1971.- "Estudio petrológico de algunos yacimientos de tungsteno en la sierra del Morro y la sierrita de Yulto, provincia de San Luis, Argentina" "Contr. Cient. y Tecnol. N°2, Univ. Técnica del Estado, 1-148, Santiago, Chile.

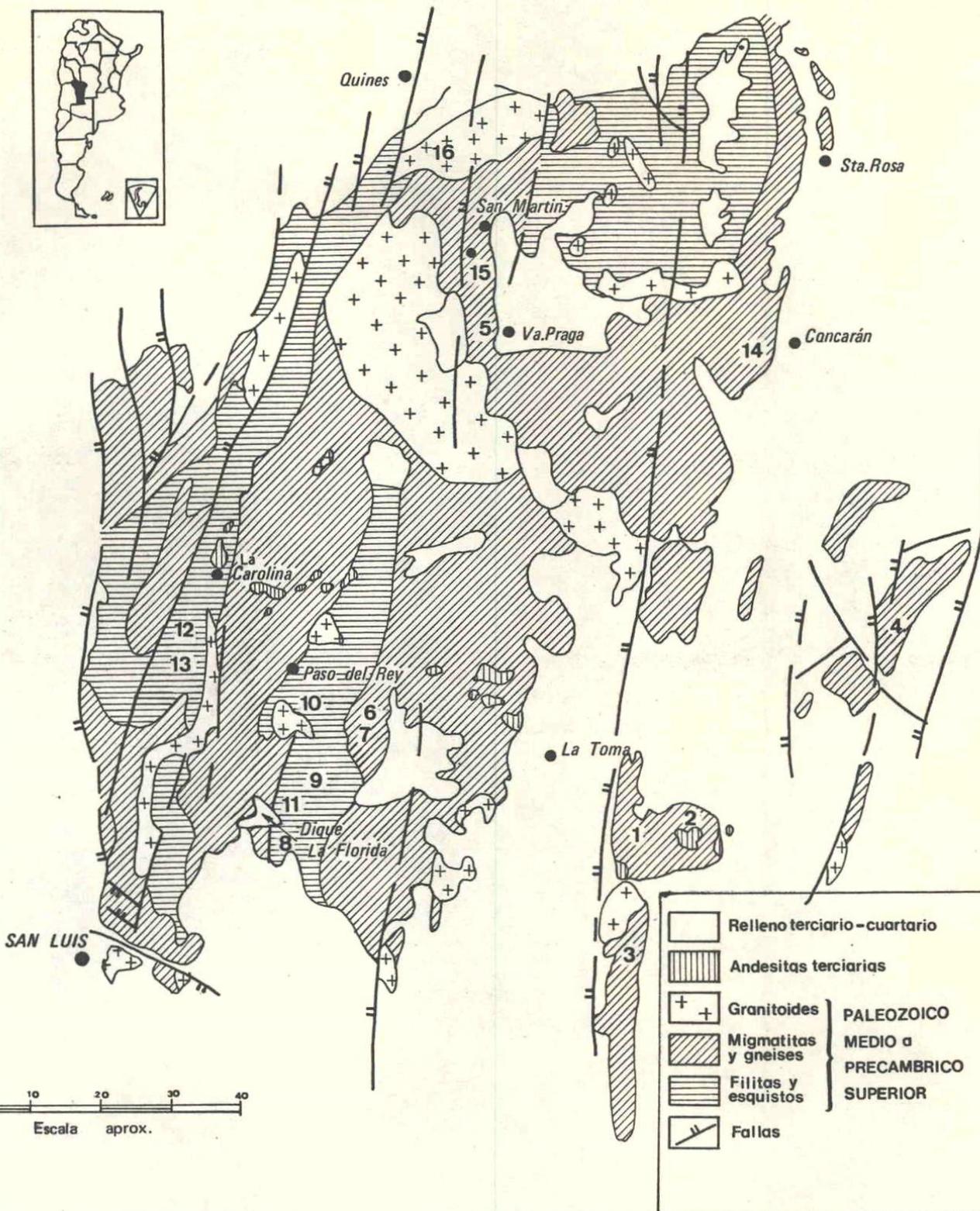
GORDILLO, C. y LENCINAS, A., 1979.- "Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis". Segundo Simposio de Geología Regional Arg. Ed. J.C.Turner. Acad. Nac. de Ciencias. Córdoba. vol. 1 p. 577.

HÖLL, R; MAUCHER, 1976.- "The strata-bound ore deposits in the Eastern Alps. En: Handbook of stratabound and stratiform ore deposits. Ed.K.N.Wolf. Elsevier. V. 1, 30.

STOLL, W.C., 1963.- "Algunos yacimientos de tungsteno del distrito cerro El Morro, provincia de San Luis". Asoc. Geol. Arg. Rev., XVIII (3-4), 121-128.

YRIGOYEN, M., 1981.- "Geología y recursos naturales de la provincia de San Luis". Relatorio del VIII Cong. Geol. Arg. San Luis.

Fig 1 - BOSQUEJO GEOLOGICO y UBICACION de los YACIMIENTOS



- 1- Distrito S. Los Morrillos  
Loma Blanca  
Morro 1  
Prudencia  
El Peje  
Los Rodeos  
Lucifer
- 2- Distrito El Morro  
San Antonio  
Los Halcones  
La India
- 3- Distrito Yulto

- La Irita  
La Coquita
- 4- Distrito S.d.la Estanzuela  
La Estanzuela  
El Talar
- 5- Distrito Villa Praga  
Los Reventones
- 6- El Duraznito
- 7- La Trinidad
- 8- La Florida
- 9- Carlito  
La Donosa

- 10- La Teodolina
- 11- El Cangrejo  
Los Cocos  
Los Alamos
- 12- San Román
- 13- San Ramón  
Media Luna  
Pringles
- 14- Los Cóndores
- 15- Los Avestruces  
Las Asperzas
- 16- Los Piquillines

TIPOLOGIA DE LOS YACIMIENTOS WOLFRAMIFEROS DE LA  
PROVINCIA DE SAN LUIS

por:

M.K.de BRODTKORB (\*); A. BRODTKORB (\*\*) y S. AMETRANO (\*\*)

- 1982 -

(\*) Servicio Minero Nacional - CONICET

(\*\*) Servicio Minero Nacional