

## 第III部 結論および提言

## 第1章 結論

2ヶ年間調査の第1年次にあたる本年度は、既存データ解析、空中磁気・放射能データ解析、衛星画像解析および川砂試料分析データ解析に基づき40箇所の鉱微地および変質帯を選定し、グラントルースを実施した。既存データ解析段階において経済性を有する鉱床タイプとしてSEDEX型鉛・亜鉛鉱床、ポーフイリー型銅、銅・金鉱床および浅熱水金鉱床にターゲットを絞った。上記4つの解析にグラントルース結果、室内試験結果を併せて総合的に検討した結果、次の結論に至った。

### 1) SEDEX型鉛・亜鉛鉱床および火山性塊状硫化物鉱床

SEDEX型鉛・亜鉛鉱床探査に関しては、一般に熱水性鉱床と異なり変質ハローが微弱で探査の手掛かりが乏しい。今回、Compania Minera Aguilar S. A.からEl Aguilar鉱床を貫くボーリングコアの提供を受け、その泥質岩の化学組成の統計処理解析から鉱床胚胎層準およびその上下盤の判定を試みた結果、化学組成に差異があり、岩石地化学探査が有効な手法であることが判明した。

Sureda(1999)の堆積盆の解釈に基づけば、2~3次オーダーの堆積盆の中心部付近に当たるEl AguilarからPumahuasiにかけてのゾーン(鉱床胚胎層準であるオルドビス紀前期のAcoyte層分布域)が、熱水噴出の可能性のあるゾーンと考えられる。その中に位置するRio Grandeを含むEl Aguilar鉱床周辺(Zone-15)には、SEDEX型鉛・亜鉛鉱床上下盤判定から判明した鉱床胚胎相当層準が南北に伸長しており、最も鉱床賦存の可能性が高い地区と考えられる。更に東側のオルドビス系にはAcoyte層より上位の地層が分布しており、その下部にSEDEX型鉛・亜鉛鉱床が期待される。

オルドビス系分布域の鉱脈型鉛・亜鉛・重晶石鉱床中の鉛の硫黄同位体比は-2.5~+12.8%であるのに対し、El Aguilar鉱床の鉛の硫黄同位体比は+10.3~26.8%と重く、両者の硫黄の起源は異なっていたものと考えられる。従って、鉱脈型鉛・亜鉛・重晶石鉱床とSEDEX型鉛・亜鉛鉱床とは別の成因をもつものと判断される。

オルドビス系分布域西側に分布するLa Corolada鉱床は、周辺に火山岩類を伴うこと、硫化物が母岩の角礫構造を充填する組織が見られること、鉛・亜鉛に対して銅含有量が高いことから火山性塊状硫化物鉱床とみなした。同鉱床生成を規定する要因は明瞭ではないが、火山活動に伴って形成されたとすれば、調査地域北部の西側に分布するオルドビス紀のマグマ弧一帯に類似鉱床が期待される。

### 2) ポーフイリー型銅および銅・金鉱床

チリーアルゼンティン国境付近には中新世~鮮新世のマグマ弧が発達する。調査地域には、このマグマ弧から南東方向に4本の火山岩類がアーム状に伸びる。基本的には、この4本のアーム状火山岩類に伴ってポーフイリー型銅、銅・金鉱床および浅熱水性金鉱床が発達しており第一義的にこの4つのゾーンが有望ゾーンとしてあげられる。特にNo.4アームには、Bajo de la Alumbraera, Bajo de la Agua Tapada, Durazuno, Filo Coloradoといったポーフイリー型鉱床、変質帯が密集する。No.3とNo.4アームの中間のInca Viejo付近には火山岩類の分布は僅少ではあるが空中

磁気探査結果から周辺の浅所に貫入岩潜在が推定され、更に Inca Viejo, Diablillos, Condor Yacu, Centenario といった鉱化帯が知られており、火山岩類の分布は僅少なも、ポーフイリー型銅、銅・金鉱床および浅熱水性金・銀鉱床賦存有望ゾーンとして捕らえることが出来る。

また各アームの南東延長部には、縮尺 1/50 万スケールの地質図では表現されない小規模な貫入岩が散在し、その内外にポーフイリー型銅、銅・金鉱化作用が認められる。それらは No.4 アームの Agua Rica 鉱床、No.3 アームの El Arizal, El Pago, No.2 アームの Panco Arias 変質帯である。これらは衛星画像解析で変質帯として抽出されている（但し El Arizal は雲のため未確認である）。

ポーフイリー型銅および銅・金鉱床に関しては、このように鉱床賦存のポテンシャルは高いものの、既にかなり詳細な調査が実施されている。各アームの SW 延長部に探査の余地があるものと考えられる。

4 本のアームのうち北の 3 本には ignimbrite を伴う再生カルデラが存在し、火山体の削剥がまだ余り進んでない。従ってこの火山アームではポーフイリー型銅および銅・金鉱床が形成されるとすればより深部となり、探査の対象とはなり得ない。

浅熱水性金・銀鉱床に関しては favorable な削剥レベルにあると考えられる。特に Rachite および Incahule 変質帯は、明らかにカルデラ壁の内側にあり火山熱水系の産物とみなすことができる。衛星画像解析から抽出された Galan カルデラの西側の変質帯についても同様な推定が出来る。

### 3) ASTER 画像解析

今回はじめて ASTER 画像からフォールス画像、比演算画像、等粒子画像を作成し変質帯抽出を行い、既知鉱床、変質帯とのチェックを行ったがほとんど漏れなく変質帯を抽出することが出来、その有効性が検証された。

## 第 2 章 2 年次調査への提言

本年度は、既存データ解析、衛星画像解析、空中物理探査データ解析、川砂試料分析データ解析およびグランドトリスにより調査対象地域全域のポテンシャル評価を実施した。第 2 年次においては、全域評価のなかで抽出された有望地区のなかで、鉱床賦存ポテンシャルは高いと判断され、かつ、これまでの調査が不十分で、今後の調査によって鉱床発見に繋がることが期待される地区について提言したい (Table I-4-7-1 参照)。

### 1) SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床および火山性塊状硫化物鉱床

本地域のオルドビス系中には、SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床として El Aguilar 鉱山が稼動中である。探査の手掛かりの希薄な同タイプの探査においては、第一義的に El Aguilar 鉱床 (Esperanza 鉱床を含む) の特徴および生成束縛条件を正確に把握し、そこから導き出される探査要素ならびに世界の主要な SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床の一般的探査要素を周辺類似地質環境に演繹的に適用する方法論が望まれる。世界の主要な SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床は、非活動的大陸縁辺部のような大規模堆積盆のなかの更に嫌気性環境を持つ小規模な堆積盆中で形成されているという経験則がある (例えば Sangster and MacIntyre, 1983; Lydon, 1995)。Sureda (1999) によると、El Aguilar 鉱床は El

Aguilar から Pumahuasi にかけて南北に広がる第三次オーダーの Padrioc basin 中で形成されたと推定されている。超広域的な観点から、既存の堆積学的データに基づきオールドビス系中での El Aguilar 鉱床位置付けについて堆積盆解析（再検討）が望まれる。

El Aguilar 鉱床胚胎層準は大型化石によりオールドビス紀前期の Acoite 層であるとされている。上記堆積盆解析とともに鉱床胚胎層準の追跡が重要であり古生代前期の分解能の高い微化石（コノドントおよび放散虫）を使った層序区分が望まれる。

泥質岩を用いた岩石地化学探査法は、手掛かりの少ない SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床に極めて有効な方法論であり、周辺の調査に適用するとともに、更に同鉱床周辺において追加試験を実施し、その精度を上げることが望まれる。

具体的には、El Aguilar 鉱床を含みかつ今回のグランドトールスにおいて層状硫化物を捕捉し、かつ鉱床層準判定法で鉱床胚胎層準を抽出した Rio Grande を含む Zone-13 (El Aguilar 地区) において、更に広域的に本判定法を適用し、微化石による層序区分と併せて鉱床胚胎層準を明確にする必要がある。また Pumahuasi から Sanat Rosa, La Cienaga 鉱床地を結ぶ東西ルート (Zone-2, 3, 5) (Pumahuasi および Santa Victoria 地区) において、同様な方法で鉱床胚胎層準の抽出を実施する必要がある。

La Colorada 鉱床に関しては、Pacific Rim 社が実施したボーリングにより塊状硫化物鉱床が捕捉されており、本ボーリングを利用した同鉱床の特徴の把握が不可欠である。El Aguilar 鉱床の場合と同様に鉱床胚胎層準抽出のための鉱床母岩を使った岩石地化学探査が必要である。また火山性塊状硫化物鉱床とした場合、鉱床上下盤には熱水変質帯の存在が期待され、その確認が必要である。同鉱床については、カルクアルカリ火山岩の発達が見られるという点において El Aguilar 鉱床とはテクトニックセッティングが異なるが、その生成環境についてはほとんど解かっている。La Colorada 鉱床の特徴把握を踏まえ、既存データから火山活動の場と塊状硫化物鉱床の生成という観点から検討することが望まれる。

具体的には、La Colorada および類似の鉱床が発見されている Limeca を含む Zone-18 (La Colorada 地区) において調査を実施することが望まれる。

ポーフリー型銅、銅・金鉱床および浅熱水性金・銀鉱床に関しては、調査地域およびその周辺の既知鉱床地および変質帯は、Table 1-3-2-4-1 に示すように 1990 年代後半に外資により鉱床確認段階までの詳細な調査が実施されている。

ポーフリー型銅および銅・金鉱床に関しては、火山岩アーム延長部に位置する基盤岩中の小規模な新第三紀ストック中の鉱床については、火山岩分布の主体から離れていることもあり、まだ十分な調査が実施されているとは言い難い。具体的には、Pancho Arias を含む Zone-28 (Pancho Arias 地区)、El Alizar を含む Zone-46 および今回の既存データ解析では有望地区として抽出されなかったが、現地調査段階で判明した El Pago を含む Zone-47 一帯 (El Alizar-El Pago 地区) があげられる。後者は衛星画像解析により変質帯として抽出されており、その変質帯の特徴および広がりについて把握しておくことが望まれる。

浅熱水性金・銀鉱床に関しては、火山岩アーム部に多くの鉱徴が知られているが、今回、画像解析とグランドトレースにより、Rachite, Incachule, Pan de Azucar のような再生カルデラあるいは環状構造の壁部にベースメタルを伴う粘土化変質帯が発達ことが判明した。これらは熱水システムの浅部を表しており、周辺、深部に浅熱水性金鉱床が期待される。

具体的には、調査地域北部の Rachaite 変質帯の存在する Cornazuli カルデラから Pan de Azucar 鉱床の存在する Pozuelos 陥没周辺 (**Pan de Azucar-Rachaite 地区**) および調査地域南部の Zone-39 および Garan カルデラ周辺部 (**Galan 地区**) である。前者は、Zone-7 および Zone-9 を含む一帯において、既存変質帯、衛星画像から抽出された変質帯について、その特徴と広がりおよび鉱化作用の有無について調査を実施することが望まれる。特にこの一帯は、ボリビアの錫地帯の南端部に位置しており、Pan de Azucar 鉱床では錫の鉱化作用が知られており、鉱脈型多金属鉱床のポテンシャルも高いと考えられる。一方後者は、Zone-39 および Garan カルデラ周辺部で、カルデラ壁部およびその南東側に衛星画像解析から変質帯が抽出されているが、未だ十分な調査が実施されておらず、その特徴と広がりおよび鉱化作用の有無について調査を実施することが望まれる。

## Reference

- Acenolaza F.G., A.J.Toselli, F.R.Durand y R.Diaz Tadei,(1982): Geologia y estructura de la region norte de Andalgalá, provincia de Catamarca. Acta Geologica Lilloana, 16(1), 121-139.
- Alderete,M.C.(1999): Distrito Farallon Negro - Alto de la Blenda, Catamarca. Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed. by Zappettini, E.O), Instituto de Geologia y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35, 1637-1642, Buenos Aires.
- Amdel Report (1995). G896800G/96. K-Ar Dating of five rock samples. (inedited)
- Americas Mining News July 9,1997: [www2.cdn-news.com/newsnet/1998/12/30/1230029n.htm](http://www2.cdn-news.com/newsnet/1998/12/30/1230029n.htm)
- Angera,J. A.(1999): Mina Bajo de la Alumbraera, Catamarca. En: Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed.by Zappettini, E. O.), Instituto de Geologia y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35, 1451-1461, Buenos Aires.
- AREA DE RESERVA No.18, "NEVADO DE ACAY", INFORME FINAL
- Argentina Mineral Development S.A.(1994): STRATOBOUND Pb-Zn-Ag DEPOSITS JUJUY PROVINCE ARGENTINA THE DISCOVERY POTENTIAL WITHIN THE PUMAHUASI MINING DISTRICT.
- BHP-Billiton and Northern Orion (2001): Agua Rica. (inedited)
- Castillo,A.L.; Battaglia,R.R. and Moya,M.C.(????): DEPOSITOS MINERALES EN LOS DISTRITOS SANTA VICTORIA, ZENTA E IRUYA (PRECAMBRICO - PALEOZOICO INFERIOR), SALTA, ARGENTINA.
- Cecere, H. (1980): Direccion General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploracion Geologico Minera II.
- AREA DE RESERVA No.23, "INCA VIEJO" (Departamento Los Andes- Prov. de Salta)
- Coira, B. L. (1999): Potencialidad minera de sistemas megacaldericos Miocenos en Puna Norte. (Ed by Zappettini, E. O.) Recursos Minerales de la Republica Argentina, SEGEMAR, No. 35, 1557-1567.
- Coira, B. L., Chayle, W., Barbara, E., Solis, N., Brodtkore, M., Camacho, M. and Daiz, A.. (1990): Paleosistema geothermal del Terciario superior y su mineralizacion de metaes basicos (Pb, Zn, ag), Rachaite, Jujuy, Argentina. Decimo Primer Congreso Geologico Argentino, San Juan, Actas I, 303-306.
- DGFM(1980b) : INFORME, AREA DE RESERVA NO.30 - PUMAHUASI, PROVINCIA DE JUJUY
- Direccion General de Fabricaciones Militares, Subdireccion de Desarrollo Minero, Departamento Geologia y Minería (1975/12) : AREA DE RESERVA No.24, "BREALITO", INFORME FIN.
- Hongn, F.D, Aranguren, A., Tubia, J. M. and Mon, R (1999): Structure, magnetic fabric and emplacement of La Paya and Brealito granites, Calcaqui valley basement, Salta,

Argentina (in Spanish)

- Dirección General de Fabricaciones Mineras (1975): Informe final area de reserva No.31 Esperanza-Incachule.
- Dirección Nacional del Servicio Geológico (1996): Hoja Geológica 2566-I, San Antonio de los Cobres.
- Dirección Nacional del Servicio Geológico (1998): Hoja Geológica 2566-III, Cachi.
- Dirección Nacional del Servicio Geológico (1999): Hoja Geológica 2366-II y 2166-IV, La Quiaca.
- Dirección Nacional del Servicio Geológico (1999): Hoja Geológica 2766-II, San Miguel de Tucumán.
- Dirección Provincial de Minería, Jujuy (1970): RECONOCIMIENTO GEOLOGICO MINERO EXPEDITIVO EN MINA DE PLOMP "LA GATEADA" DPTO. DE YAVI - PROV. DE JUJUY.
- FM (197?): PROSPECTO PANCHO ARIAS O VIZCACHERAL
- Fontbote, L. and Boni, M. (1994): Sediment-hosted zinc-lead ores- An introduction. (Ed by Fontbote, L. and Boni, M.) Sediment-Hosted Zn-Pb Ores, 3-12.
- García, L. N. F. (19??): Area de reserva "Laguna del Salitre". Mosaicos 19-A1-B1. Ministerio de Industria y Minera, Subsecretaria de Minera, NOA 1.
- Gonzalez, O. (1981): Estudio geologico economico area de investigacion geologico minera No. 34 "Laguna del Salitre" Departamento Belen, Provincia Catamarca. Servicio Minero Nacional, Exploracion Minera de la Region Noreste, Noa Geologico Minero, 43p.
- Gonzalez, O. (1985): DEL AREA DE INVESTIGACION GEOLOGICO MINERA No.1. "DIABLILLOS", DEPARTAMENTO ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, PROVINCIA DE CATAMARCA, Secretaria de Minería, Dirección Nacional de Minería y Geología, Centro de Exploración, NOA.
- Gonzalez, O. (1971): Informe preliminar mosaico 20-D2, provincia Catamarca y Tucuman. Plan NOA Geologico Minero. (inedited)
- Gonzalo, C. Z. (1984): Area de investigacion geologico minera No41, "Vaca Vizcana - Papachacra", Sector "Vaca Vizcana", Informe Final. NOA Tucuman. (inedited)
- Goodfellow, W. D., Lydon, J. W. and Turner, R. (1993): Geology and genesis of stratiform sediment-hosted (SEDEX) zinc-lead-silver sulphide deposits. (Ed by Kirkham et al.) Mineral Deposit Modeling: Geological Association of Canada, Special Paper 40, 201-251.
- Gonzalez de Valoy M. (1979): Estudio Retrografico y de alteracion de las perforaciones No1 Y No2. NOA Tucuman. Inedito.
- Informe preliminary area Minerazada de Rachaite, Mina Chocaya.
- JICA and MMAJ (1993): La exploracion de minerals en el area oest de la Republica Argentina

- (Fase I) . pp.142.
- JICA (1978-1981) : Informe de estudios basicos sobre la explotacion de recursos minerales en la zona norte de la Republica Argentina. Cuatro etapas. Direccion General de Fabricaciones Militares, informe inedito. Buenos Aires.
- Large, D. (1988): The evolution of sedimentary basins for massive sulfide mineralization. (Ed by Friedrich, G. H. and Herzig, P. M.) Base Metal Sulfide Deposits, Springer-Verlag, 2-11.
- Loma Sur S. A. : Internal exproation report of the Rachaite .
- Lurgo, C., Morello, C., Kenned, M. C., Pancetti, N., Zppettini, C.J., (1975): AREA DE RESERVA No.22, "CENTENARIO",PROVINCIA DE SALTA, INFORME FINAL, Direccion General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploracion Geologico Minera II
- Lydon, W. J. (1995): Sedimentary exhalative sulphides. Geology of Canada mineral deposit types (Ed. By Eckstrand, O.R., Sinclair, W.D. and Thorpe, R. I.)
- Marquez-Zavalia, M. F. (1999) : El yacimiento Capillitas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed. By Zappettini, E.. O ), Instituto de Geologia y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35, 1643-1652, Buenos Aires.
- Martin, J.L., (1989) Estudio geologico en los depositos metaliferos de la sierra de Aguilar, departamento de Humahuaca, provincia de Jujuy, Argentina. Unversidad Nacional de Salta, tesis de doctorado en Ciencias Geologicas, inedita, 242 pag, y anexos. Salta.
- Martinez, L. V. y Chipulina, M. A.. (1996): Complejo Volcanico "El Alisal", Tucuman: Un nuevo prospecto de mineralizacion diseminada, Serie Contribuciones Tecnicas, Recursos Minerales 1, Direccion Nacional Del Servicio Geologico, Buenos Aires.
- Martinez, L.V. y Chipulina, M. A. (1994): Asociaciones volcanico-tectonicas terciarias y mineralizacion polimetalica. Secretaria de Minería de la Nacion. (inedito). Buenos Aires.
- Mayon, C. S. L., Segal, S. and Zappettini, E.. O. (1999): El yacimiento de sulfuros masivos La Colorada, Salta. (Ed. By Zappettini, E. O.) Instituto de Geologia y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35, 487-492, Buenos Aires.
- Mendez, V., Segal, S. and Zappettini, E. (2001): Depositos paleozoicos de metales base del noroeste de la Argentina: Coorelacion metalogenetica y evolucion tectonica. VII Congreso Argentino de Geologia Economica, Actas 1, Salta 2001, 27-33.
- Mendez, V. and Zappettini, E.. (2001): Limeca: Prospecto sedex en el la Puna saltena ? VII Congreso Argentino de Geologia Economica, Actas 1, Salta 2001, 107-114..
- Mendez, V., Segal, S. and Zappettini, E.(2001): Depositos paleozoicos de metales base del noroeste de la Argentina: Correlacion metalogenitica y evolucion tectonica. VII congreso Argentino de Geologia Ecomomica, Actas !, Salta 2001. 27-33.
- Ministerio de Industria y Minera (19??): Area de reserva No. 34 "Laguna del Salitre" 2p.



- Naito, K. and Remy, F.(2001): Mining sector reform and investment. Result of a global survey. Internal report of Metal Mining Agency of Japan, pp.59.
- Petrinovic, I. A. (1999): La Caldera de colapso del Cerr Aguas Calientes, Salta, Argentina: evolucion y esquema estructural. GEOLOGICA HISPANICA, 34, 243-253.
- Petrinovic, I. A., Mitjavaila, J. Viramonte, J. G., Marti, J. Becchio, R., Arnosio, M. and Colombo, F.(1999): Descripcion geoquimica y geocronologica de secuencias volcanica transversal del Quevar (Noroeste de Argentina) . ACTA GEOLOGICA HISPANICA, 34, 255-272.
- Ramos, V.A. (1999b): Las provincias geológicas del territorio Argentino: Geología Argentina (Ed.by Caminos, R.), SEGEMAR, Anales no,29, pp.41-96.
- Ramos, V.A. (1999a): Ciclos orogénicos y evolución tectónica: Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed. by Zappettini, E. O.), SEGEMAR, Anales 35, 29-49.
- Ramos, V.A.( 2000): The southern central Andes: Tectonic evolution of South America (Ed. By Cordani, U. G., Milani, E. J., Thomaz, F. A. and Campos, D. A), 561-604, Rio de Janeiro,2000.
- Riller, U. (2001): Late Cenozoic tectonism and caldera formation in the central Andes. Curso internacional de volcanologica de campo de los Andes centrales VIII edicion Octubre 2001.
- Russell, M. J., Solomon, M. and Walshe, J. L. (1981) The genesis of sediment-hosted, exhalative zinc+lead deposits. Mineral Deposita, 16, 113-127.
- Roco, R. y Koukharsky, M. (1999): El porfiro cupro - molibdenifero Agua Rica y las manifestaciones epitermales asociadas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed. by Zappettini, E. O.), Instituto de Geologia y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35, 1479-1492, Buenos Aires.
- Sangster, D. F. and MacIntyre, D. (1983): Sediment-hosted stratiform lead-zinc deposits. Mineral Association of Canada, Short course handbook, Vol. 8, pp.29.
- Sasso, A. M. and Clark, A. H. (1998.): The Farallon Negro Group, Northwest Argentina: Magmatic, Hydrothermal and Tectonic Evolution and Implications for Cu-Au Metallogeny in Andean Back-arc : SEG NEWSLETTER, No.34, July, p.7-18.
- Segal,S.J.; Godeas,M.C.; Pezzutti,N. y Zappettini,E.O.(1999):DISTRITO POLIMETALICO PUMAHUASI, JUJUY, RECURSOS MINERALES DE LA REPUBLICA ARGENTINA, Volumen I
- Segal, S.J. Godeas, M. C. Pezzutti, N. y Zappettini, E. O. (1999): DISTRITO POLIMETALICO UMAHUASI, JUJUY, RECURSOS MINERALES DE LA REPUBLICA ARGENTINA, Volumen I
- Segal, S. J. and Caffè, P. J. (1999): El grupo minero Pan de Azucar, Jujuy. . (Ed by Zappettini, E.

- O.) Recursos Minerales de la Republica Argentina, SEGEMAR, No. 35, 1579-1591.
- SEGEMAR (1999): Carta geologica de la republica Argentina escala 1:250,000, Mina La Quiaca.
- SEGEMAR (2000): Carta geologica de la Republica Argentina escala 1:250,000, Mina Pirquitas.
- SEGEMAR(1994): Mapa Geológico de la Provincia de Tucuman, 1:500,000.
- SEGEMAR(1995): Mapa Geológico de la Provincia de Catamarca, 1:500,000.
- SEGEMAR(1996): Mapa Geológico de la Provincia de Jujuy, 1:500,000.
- SEGEMAR(1998): Mapa Geológico de la Provincia de Salta, 1:500,000.
- SEGEMAR(1999): Programa Nacional de Cartas Geologicas de la Republica Argentina, 1:250,000  
Hoja Geologica 2366-II y 2166-IV, La Quiaca, Provincias de Salta y Jujuy
- SEGEMAR(2000): EVALUATION OF THE CONCEPT THAT PUMAHUASI VEINS INDICATE  
A POTENTIAL FOR THE EXISTENCE OF UNDERLYING UNDISCOVERED  
SEDEX DEPOSITS, NORTHERN ARGENTINA
- SEGEMAR (19??): ANOMALIA VICUNA MUERTA
- Sereda, R.J. Perez, H. D., Martin, J. L. y Flores, F. J. (???) : EXPLORACION Y DESARROLLO  
EN UN DEPOSITO SEDEX (Zn, Pb, Ba) DE LA SIERRA DE AGUILAR: MINA  
ESPERANZA, JUJUY, ARGENTINA.
- Sillitoe, H. R. (1995). Porphyry copper-gold/gold deposits, 1. Bajo de la Alumbrera, Argentina.  
Exploration and discovery of base- and precious-metal deposits in the circum-pacific  
region during the last 25 years. Metal Mining Agency of Japan, 21-23.
- Sillitoe, R. H. and Bonham, H. F. (1984): Volcanic landforms and ore deposits. Econ. Geol., vol.79,  
1286-1298.
- Sparks, R. S. J., Francis, P. W., Pankhurst, R. D., Gallagher, Thorpe, R. S. and Page, R. (1985)  
Ignimbrite of the Cero Galan Caldera, NW Argentina. Jour. Volcanol. Geotherm. Res.,  
24, 295-248.
- SSM, SEGEMAR y IGRM (1999): INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y  
MANIFESTACIONES DE MINERALES METALIFEROS E INDUSTRIALES DE LA  
REPUBLICA .
- Sureda, J. R. (1999): Los yacimientos sedex de plomo y zinc en la Sierra de Aguilar, Jujuy. En:  
Recursos Minerales de la Republica Argentina (Ed by Zappettini, E. O.), Instituto de  
Geologia y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 3: 459-485, Buenos Aires.
- Sureda, R. J. and Martin, J. L. (1990): EL AGUILAR MINE: AN ORDOVICIAN  
SEDIMENT-HOSTED STRATIFORM LEAD-ZINC DEPOSIT IN THE CENTRAL  
ANDES.
- Sureda, R. J. (1999): LOS YACIMIENTOS SEDEX DE PLOMO Y ZINC EN LA SIERRA DE  
AGUILAR, JUJUY.
- Tosdal, R. M. and Richards J. P. (2001): Magmatic and structural controls on the development of

- porphyry Cu±Mo±Au deposits. Society of Economic Geologist, Review 14, 157-181.
- Viera, O. (1975): Informe final, Area de reserva No26 - "Organullo", -Provincia Salta-, Centro De Exploracion Geologico Minera II, Direccion General De Fabricaciones Militares (inedito) Salta.
- Zappettini, E. O. (1998): Mapa metalogenético de la República Argentina, Version Preliminar (CD-ROM): SEGEMAR.
- Zappettini, E.O.(1999): Evolución geotectónica y metalogénesis de Argentina: Recursos Minerales de la Republica Argentina Vol.1 (Ed. By Zappettini, E. .O.), SEGEMAR, Anales 35, pp.51-73.