
MERCOSUR / MERCOSUL

SGT 9 – MINERIA Y ENERGIA / MINERAÇÃO E ENERGIA

**COMISION TEMATICA DE GEOLOGIA Y RECURSOS MINERALES
COMISSÃO TEMÁTICA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**

**Mapa de Integración de Recursos Minerales de la Cuenca
del Plata y Áreas Adyacentes**

**Mapa de Integração de Recursos Minerais da Bacia do
Prata e Áreas Adjacentes**

Boletín de Lanzamiento
Boletim de Lançamento



Montevideo – Uruguai

2001

MERCOSUR / MERCOSUL

REPUBLICA ARGENTINA

Presidente

Dr. Fernando De la Rúa

Ministro de Infraestructura y Vivienda

Ing. Carlos Bastos

Secretario de Energía y Minería

Ing. Alejandro Sruoga

Presidente del Servicio Geológico Minero Argentino

Lic. Roberto Page

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Dr. Fernando Henrique Cardoso

Ministro de Minas e Energia

Dr. José Jorge de Vasconcelos Lima

Secretário de Minas e Metalurgia

Geól. Luciano de Freitas Borges

Diretor Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral

Dr. Marcelo Ribeiro Tunes

Diretor-Presidente da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Dr. Umberto Raimundo Costa

REPUBLICA DEL PARAGUAY

Presidente

Dr. Luís Angel González Macci

Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones

Ing. Alcides Jiménez Quiñonez

Viceministro de Minas y Energía

Ing. Luís Antonio Servin Villalba

Director de Recursos Minerales

MSc. Pablo Manfredo Pflugfelder Andrasko

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Presidente

Dr. Jorge Batlle

Ministro de Industria, Energía y Minería

Dr. Sergio Abreu

Sub Secretario de Industria, Energía y Minería

Cr. Mario Curbelo Mederos

Director Nacional de Minería y Geología

Dr. Carlos Soares de Lima

REPUBLICA DE BOLIVIA

Presidente

Gral. (r) Hugo Banzer Suarez

Ministro de Desarrollo Económico

Dr. José Luis Lupo Flores

Viceministro de Minería y Metalurgia

Ing. Mario Payscale Tejada

Director Ejecutivo Servicio Nacional de Geología y Minería

Ing. Marcelo Claure Zapata

SUBGRUPO DE TRABAJO 9
SUBGRUPO DE TRABALHO 9
SGT9

República Argentina

Lic. Cristian Folgar
Dr. Carlos Saravia Frías

República Federativa do Brasil

Geól. Luciano de Freitas Borges
Econ. Marcos Antonio Cordeiro Maron

República del Paraguay

Ing. Miguel Angel Arias Funes

República Oriental del Uruguay

Dr. Carlos Soares De Lima

República de Bolivia

Ing. Marcelo Claure Zapata
Ing. Carlos Riera Killibarda

COMISION TEMATICA DE GEOLOGIA Y RECURSOS MINERALES
COMISSÃO TEMÁTICA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

República Argentina

Lic. José Mendía

República Federativa do Brasil

Dr. Umberto Raimundo Costa
Dr. Luiz Augusto Bizzi

República del Paraguay

Msc. María Eugenia González Nuñez

República Oriental del Uruguay

Ing. Julio Jorge Spoturno Pioppo
Ing. Eduardo Medina

República de Bolivia

Ing. Marcelo Claure Zapata
Ing. Carlos Riera Killibarda

Comisión Ejecutiva / Comissão Executiva

ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS
Subsecretaría de Minería
Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR
Instituto de Geología y Recursos Minerales - IGRM
Lic. José Mendía

INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA - INA

Dr. Jorge N. Santa Cruz
Lic. Juan Carlos Eder
Lic. Alejandro Vaca
Ing. Amilcar Alvarez

BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM
Geól. Carlos Schobbenhaus
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geól. Ricardo da Cunha Lopes
Geól. José Luiz Flores Machado

PARAGUAY

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
Gabinete del Viceministro de Minas y Energía
Dirección de Recursos Minerales
Msc. María Eugenia González Nuñez

URUGUAY

MINISTÉRIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINERIA
Dirección Nacional de Minería y Geología - DI .NA.MI.GE.
Lic. Walter Herizen
Lic. Roberto Carrión

BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
Servicio Nacional de Geología y Minería - SERGEOMIN
Dr. Jorge Alvarado
Ing. Marcelo Claure Zapata
Dr. Christian Neumann

COORDINACION EJECUTIVA / COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Integración de las Informaciones / Integração das informações:

Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM
Diretoria de Exploração Mineral - DIREX
Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral - DIGEO
Geól. Carlos Schobbenhaus

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM
Departamento de Geologia - DEGEO
Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA
Geól. Ricardo da Cunha Lopes
Geól. Gilberto Emílio Ramgrab
Geól. José Luiz Flores Machado

Digitalización / Digitalização:

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA
Téc. Cartografia Luiz Carlos de Godoy
Geól. Ricardo da Cunha Lopes
Geól. José Luiz Flores Machado

M.N. Digitalizações Ltda.
Arq. Ana Luisa N. de Assis Brasil

Instituto de Geología y Recursos Minerales - SEGEMAR
Sector Sensores Remotos y SIG
Srta. Silvia B. Chavez
Lic. Inés M. Di Tomaso
Srta. Verónica Molina
Lic. Silvia Castro Godoy

Apoio Técnico

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Departamento de Informações Institucionais - DEINF
Divisão de Geoprocessamento - DIGEOP
An. Sistemas Suely Borges da Silva Gouvêa
Téc. Cartografia Maurício Neves Nicodemos

Edición del Boletín de Lanzamiento / Edição do Boletim de Lançamento

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA

Coordenação: *Geól. Ricardo da Cunha Lopes*
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Editoração: *Geól. Luís Edmundo Giffoni*
Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

ÍNDICE / SUMARIO

PRESENTACION / APRESENTAÇÃO

HISTORICO / HISTÓRICO.....	1
Introducción / Introdução.....	1
Reuniones Técnicas/ Reuniões Técnicas.....	3
Base Cartográfica / Base Cartográfica.....	4
Mapa de Integración de Recursos Minerales de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes / Mapa de Integração de Recursos Minerais da Bacia do Prata e e Áreas Adjacentes.....	4
Comisión Ejecutiva / Comissão Executiva.....	6
Principales fuentes de Información / Principais fontes de Informação.....	6
Colaboradores / Colaboradores.....	6
PROVINCIAS MORFOESTRUCTURALES / PROVÍNCIAS MORFOESTRUTURAI.....	8
Provincia Cuenca de Paraná / Província Bacia do Paraná.....	8
Provincia Brasília – São Francisco / Província Brasília – São Francisco.....	16
Provincia Atlántica / Província Atlântica.....	26
Provincia Uruguay-Sur-Riograndense / Província Uruguai Sul-Riograndense.....	34
Provincia Laguna del los Patos / Província Laguna dos Patos.....	38
Província Tandilia y La Vantana.....	40
Provincia Cuenca Chaco-pampeana / Província Bacia Chaco-pampeana.....	46
Provincia Sierras Pampeanas / Província Serras Pampeanas.....	48
Provincia La Puna / Província La Puna.....	72
Provincia Cordillera Oriental / Província Cordilheira Oriental.....	92
Provincia Guapore / Província Guaporé.....	117
Provincia Paraguay y Tebicuary / Província Paraguai e Tebicuary.....	122
BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAFIA.....	127

Anexo

Mapa de Integración de Recursos Minerales de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes
Mapa de Integração de Recursos Minerais da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes

Introducción

Durante el 1^{er} Encuentro de los Servicios Geológicos de los Países del Cono Sur, realizado en la ciudad de Porto Alegre (Rio Grande del Sur – Brasil), en noviembre de 1995, nació la idea del desarrollo conjunto de actividades que tuviesen como objetivo la integración, cooperación y el intercambio técnico-científico entre estas instituciones, resultando una propuesta concreta con la finalidad de elaborar un mapa de integración geológica, metalogenética y hidrogeológica de las cuencas del Paraná y del Plata; que brindará la información básica necesaria para el posterior desarrollo de mapas de recursos minerales con enfoque para agua subterránea, oro, rocas ornamentales, minerales industriales y piedras preciosas; el desarrollo de actividades de intercambio en el área del medio ambiente y la creación de un banco de datos geológicos y mineros de los países intervinientes en el programa.

Esta intención de trabajo conjunto fue presentada al SGT2, Comisión Temática de Geología y Recursos Minerales del MERCOSUR, durante su primera reunión, realizada en Buenos Aires – Argentina, en abril de 1996, con el objetivo de transformarla en una actividad oficial de esta Comisión, oportunidad en que las delegaciones de los cuatro Estados-Parte refrendaron la propuesta.

En estas oportunidades se discutieron y establecieron parámetros y normas para la ejecución de los trabajos que se debían desarrollar en el área comprendida entre los paralelos de 14°S y 38°S y los meridianos de 44°W y 68°W (**Figura 1**), cubriendo aproximadamente 5.800.000 Km² de área continental, a escala 1:2.500.000, abarcando toda la Cuenca del Rio de la Plata. Se estableció como meta la generación de tres mapas: uno geológico, uno de recursos minerales y uno hidrogeológico, además de un banco de datos de recursos minerales, el cual serviría de fuente de informaciones para el mapa de recursos minerales. La denominación oficial establecida para este proyecto fue de **Mapas de Integración Geológica, de Recursos Minerales y Hidrogeológica de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes**.

Además de los Estados-Parte – Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, por el alcance de la cuenca del Rio de la Plata, que se extiende por gran parte de Bolivia, ésta fue invitada a participar de los trabajos de elaboración de los mapas. Los organismos estatales incluidos

Introdução

Durante o 1^o Encontro dos Serviços Geológicos dos Países do Cone Sul, realizado na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul – Brasil), em novembro de 1995, nasceu a idéia do desenvolvimento conjunto de atividades que tivessem como objetivo a integração, cooperação e o intercâmbio técnico-científico entre essas instituições, resultando em uma proposta concreta que teria por finalidade a elaboração de um mapa de integração geológica, metalogenética e hidrogeológica das bacias do Paraná e do Prata; que deveria fornecer subsídios para o posterior desenvolvimento de mapas de recursos minerais com enfoque para a água subterrânea, ouro, rochas ornamentais, minerais industriais e pedras preciosas; o desenvolvimento das atividades de intercâmbio na área do meio ambiente e a criação de um banco de dados geológicos e mineiros dos países envolvidos no programa.

Essa intenção de trabalho conjunto foi apresentada ao SGT2, Comissão Temática de Geologia e Recursos Minerais do MERCOSUL, durante a sua primeira reunião, realizada em Buenos Aires – Argentina, em abril de 1996, com o objetivo de torná-la uma atividade oficial dessa Comissão, oportunidade em que as delegações dos quatro Estados-Parte referendaram a proposta.

Em diversas reuniões foram discutidos e definidos parâmetros e normas para a execução dos trabalhos, que deveriam desenvolver-se na área compreendida entre os paralelos 14°S e 38°S e os meridianos de 44°W e 68°W (**Figura 1**), perfazendo aproximadamente 5.800.000 km² de área continental, na escala 1:2.500.000, envolvendo toda a Bacia do Rio da Prata. Foi estabelecida a meta de geração de três mapas temáticos: geológico, recursos minerais e hidrogeológico, além de um banco de dados de recursos minerais, que servirá de fonte complementar de informações para o mapa de recursos minerais. A denominação oficial **Mapas de Integração Geológica, de Recursos Minerais e Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes** foi estabelecida para esse projeto.

Além da participação dos Estados-Parte - Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai - a Bolívia foi convidada a colaborar com esse projeto, uma vez que parte da superfície abrangida pela Bacia do Prata também envolve esse país. Os organismos estatais envolvidos no programa são,

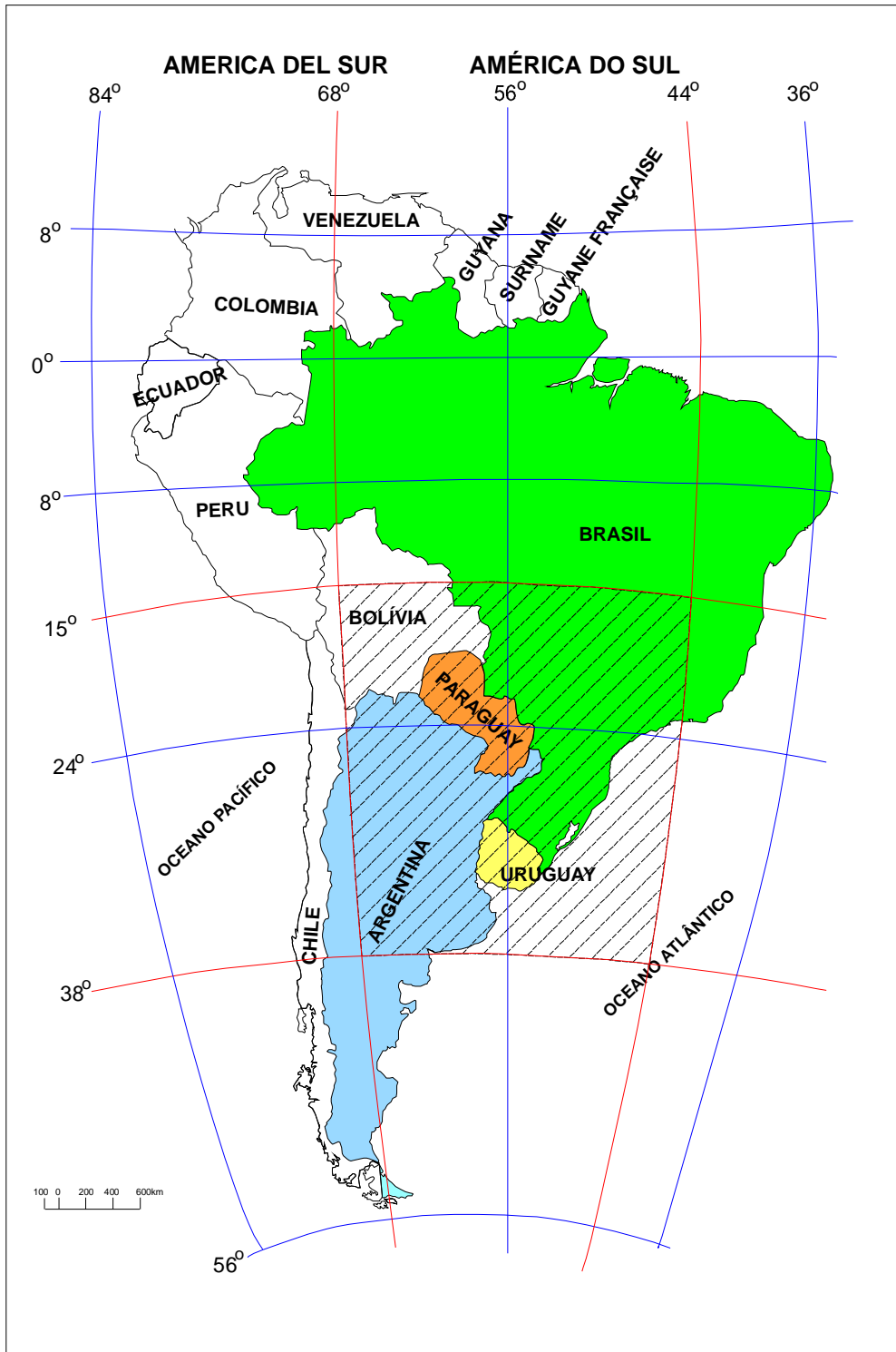


Figura 1: Área del Mapa de Integración
Área do Mapa de Integração

en el programa son, por Argentina el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); por Brasil la Compañía de Pesquisa de Recursos Minerales (CPRM – Servicio Geológico del Brasil) y el Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM); por Paraguay la Subsecretaría de Minas; por Uruguay la Dirección Nacional de Minería e Geología (DI.NA.MI.GE.) y, por Bolivia el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN).

Para la ejecución de este proyecto cada país propuso dos representantes en calidad de Coordinadores y, para la Coordinación Ejecutiva de los trabajos fue invitado el Brasil. La responsabilidad de esta coordinación es el trabajo de integración de los mapas y textos enviados por los países, la digitalización y edición de los mapas temáticos y de la base cartográfica, a escala 1:2.500.000. Los trabajos de compilación, digitalización y edición de los mapas fueron realizados en la Superintendencia Regional de Porto Alegre de la Compañía de Pesquisa de Recursos Minerales (CPRM – Servicio Geológico del Brasil), en el Estado de Rio Grande del Sur.

Reuniones Técnicas

Durante el año de 1996 se realizaron tres Reuniones Técnicas de Coordinación para la elaboración de los mapas de integración: la primera en la ciudad de Porto Alegre (Brasil) en mayo; la segunda, ya como un programa oficial de trabajo del MERCOSUR, en Buenos Aires (Argentina) en junio y la tercera en Montevideo (Uruguay) en octubre, además de una reunión específica para el tema hidrogeología, desarrollada en la ciudad de Salto (Uruguay) en diciembre.

En las reuniones de 1997 e 1998, realizadas en las ciudades de Posadas (Argentina), Chuí (Brasil) y Colón (Argentina), el tema Mapa de Integración de Recursos Minerales fue intensamente discutido, en especial la propuesta de leyenda para el mapa, la base cartográfica y la organización de los datos geológicos y económicos de los recursos minerales. En la última reunión, hubo la presentación de la base de datos de recursos minerales (BDRM), organizada en Access 97.

La primer prueba del Mapa de Integración de los Recursos Minerales con la base geológica simplificada, fue presentada en la reunión de 28 de junio al 1º julio de 1999 en la ciudad de Foz de Iguazú (Brasil).

pela Argentina, o Serviço Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) e o Instituto Nacional de Águas (INA), pelo Brasil, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); pelo Paraguay o Viceministério de Minas y Energía; pelo Uruguai, a Dirección Nacional de Minería y Geología (DI.NA.MI.GE.) e, pela Bolívia, o Serviço Nacional de Geologia y Minería (SERGEOMIN).

Para a execução do projeto cada país indicou dois coordenadores, cabendo ao Brasil, a convite dos demais participantes, exercer a atividade adicional de Coordenação Executiva. Coube à esta coordenação o trabalho de integração dos mapas ou textos enviados pelos diversos países integrantes, bem como, a digitalização e edição dos diversos mapas temáticos do projeto, inclusive da base cartográfica, escala 1:2.500.000. Os trabalhos de integração de dados, digitalização e edição dos mapas foram assumidos pela Superintendência Regional de Porto Alegre, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil), no Estado do Rio Grande do Sul.

Reuniões Técnicas

Durante o de 1996 foram realizadas três Reuniões Técnicas de Coordenação, para a elaboração do projeto Mapas de Integração Geológica, de Recursos Minerais e Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes: a primeira, na cidade de Porto Alegre (Brasil), em maio; a segunda, em junho, já como um programa oficial de trabalho do MERCOSUL, em Buenos Aires (Argentina), e a terceira, em outubro, em Montevideu (Uruguai).

Nas reuniões de 1997 e 1998, realizadas nas cidades de Posadas (Argentina), Chuí (Brasil) e Colón (Argentina), o tema Mapa de Integração de Recursos Minerais foi intensamente discutido, particularmente no tocante a proposta de legenda para o mapa, dos elementos da base geográfica e de organização dos dados geológicos e econômicos dos recursos minerais. Na última dessas reuniões houve a apresentação da base de dados de recursos minerais (BDRM), organizado em Access 97.

A primeira prova do Mapa de Integração de Recursos Minerais com a base geológica simplificada foi apresentada na reunião realizada de 28 de junho a 1º de julho de 1999 na cidade de Foz de Iguazú (Brasil).

En las reuniones realizadas en Buenos Aires en octubre de 2000 y Porto Alegre en mayo de 2001, fue hecha una revisión completa del mapa de recursos minerales, y fue establecida la preparación del texto descriptivo del mapa.

Finalmente, en el reunión realizada de 5 al 7 de septiembre de 2001 en la ciudad de Foz de Iguazu fue hecha la revisión completa del mapa y presentado el texto explicativo, incluyendo el método de trabajo, el equipo ejecutor y una descripción de los recursos minerales por provincias abarcadas en el mapa.

Base Cartográfica

En el año de 1997, se concluyó la Base Cartográfica a escala 1: 2.500.000, teniendo por referencia las informaciones recibidas por la Coordinación hasta el mes de agosto. El sistema utilizado fue el *software* GSMAP, desarrollado por el USGS (United States Geological Survey), que para la distribución puede generar archivos en DXF, ARCINFO y ARCVIEW. Las principales fuentes de datos cartográficos utilizadas de esta base fueron:

Argentina: Cartas Topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM), a escala 1:500.000, Proyección Gauss Krüger, integradas por la Faja UTM 20, y el Mapa Geológico de la República Argentina (1:2.500.000), edición de 1997.

Brasil: Mapa Político de la República Federativa del Brasil, a escala 1:2.500.000, Proyección Policónica, edición 1971 (FIBGE) y Mapa Geológico del Brasil, a escala 1:2.500.000, edición 1981 (DNPM).

Paraguay: Mapa Geológico del Paraguay, a escala 1:1.000.000, edición 1986, Dirección de Recursos Minerales.

Uruguay: Carta Regional de la República Oriental del Uruguay, a escala 1:1.000.000, Proyección Cónica Conforme Lambert, edición 1981, Servicio Geográfico Militar.

Bolivia: Mapa Geológico de Bolivia, a escala 1:1.000.000, Proyección Conforme de Lambert, ediciones 1978 y 1996, SERGEOMIN – YPF.

Mapa de Integración de Recursos Minerales de la Cuenca del Plata y Areas Adyacentes

El mapa de integración presentado aquí, dentro de los límites impuestos por la escala, es un repositorio sintético de las informaciones más actualizadas sobre los recursos minerales de esa región

Nas reuniões realizadas em Buenos Aires em outubro de 2000 e Porto Alegre em maio de 2001, foi feita a revisão completa do Mapa de Integração de Recursos Minerais, e definiu-se a preparação do texto descritivo do mapa.

Finalmente, na reunião realizada de 5 a 7 de setembro de 2001 em Foz de Iguazu, foi apresentada a minuta do texto explicativo, que incorporou a metodologia do trabalho, a constituição da equipe executora e uma descrição das províncias geológicas abrangidas pela área do mapa.

Base Cartográfica

No ano de 1997, a Base Cartográfica na escala 1:2.500.000 foi concluída, tendo por referências as informações recebidas pela Coordenação Executiva até o mês de agosto daquele ano. O sistema utilizado foi o *software* GSMAP desenvolvido pela USGS (United States Geological Survey), podendo gerar, para efeitos de distribuição, arquivos em DXF, ARQINFO e ARQVIEW. As principais fontes de dados cartográficos utilizados na elaboração desta base foram:

Argentina: Cartas Topográficas do Instituto Geográfico Militar (IGM), escala de 1:500.000. Projeção Gauss Krüger, em integração pela faixa UTM 20, e o Mapa Geológico da República da Argentina (1:2.500.000), edição de 1997.

Brasil: Mapa Político da República Federativa do Brasil, escala 1:2.500.000, Projeção Policônica, edição de 1971 (FIBGE) e Mapa Geológico do Brasil, escala de 1:2.500.000, edição de 1981 (DNPM).

Paraguai: Mapa Geológico do Paraguai, escala de 1:1.000.000, edição de 1986, Direção de Recursos Minerais.

Uruguai: Carta Regional da República Oriental do Uruguai, escala 1:1.000.000, Projeção Cônica Conforme de Lambert, edição de 1981, Serviço Geográfico Militar.

Bolívia: Mapa Geológico da Bolívia, escala de 1:1.000.000, Projeção Conforme de Lambert, edições de 1978 e 1996, SERGEOMIN – YPF.

Mapa de Integração de Recursos Minerais da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes

O mapa de integração aqui apresentado, dentro dos limites impostos pela escala, representa um repositório sintético das mais atualizadas informações sobre os recursos minerais dessa região do MERCOSUL, na escala de 1:2.500.000.

del MERCOSUR, a escala 1:2.500.000. El trabajo se obtuvo por compilación, análisis, interpretaciones, integración de diversas informaciones, tanto publicadas, como inéditas, disponibles en los diversos países participantes del proyecto.

Na preparación de este mapa, fue empleada una base geológica simplificada, sendo identificados por color en el escala cronológica, los grandes conjuntos de rocas (ígneas, volcánicas y sedimentarias) y sus correspondientes metamórficos. En este mapa fueron representados los elementos estructurales principales. La selección de minas y depósitos minerales fue compatible con el escala del mapa, sendo la prioridad aquellos más importantes.

Los símbolos para la representación de los yacimientos minerales identifican la clase (genética-descriptiva o genética morfológica), tamaño, status y la substancia mineral destacada por color y letras símbolo de los elementos químicos o minerales. Para la representación del status de los yacimientos en explotación (minas) fue empleada la color roja y para los demás yacimientos el color negro.

Las áreas favorables o potenciales para recursos minerales y energéticos se definirán como: de potencialidad alta y de potencialidad mediana a baja. La representación de las áreas fue hecha por color y trazas transversales, correspondiendo la color a un conjunto de minerales (metalíferos, nobles, gemas, energéticos, rocas y minerales industriales y rocas ornamentales).

Banco de Datos – como soporte del Mapa de Integración de Recursos Minerales, cada país organizó los datos geológicos y económicos de sus yacimientos minerales (depósitos y manifestaciones) através de una base de datos cuya estructura contenía como mínimo los siguientes campos: número de depósito, sustancia, país, estado/provincia, nombre del depósito (y distrito si lo hubiere), latitud, longitud, geología, mineralogía, alteración, morfología (incluye dimensiones), clase/tipo, reserva demostrada (reserva medida), ley, producción, tamaño, observaciones y bibliografía. Esta base de datos de recursos minerales fue desarrollada en Access para Windows.

En el mês de diciembre de 2000 la coordinación ejecutiva consideró concluida la compilación y digitalización del mapa de recursos minerales, pasando a revisión y corrección de los errores que ocasionalmente existieran. Las actividades desarrolladas en 2001 fueron todas concentradas en la impresión del mapa y en la

Esse trabalho foi obtido por compilação, análise, interpretação e integração de diversas informações, tanto publicadas, como inéditas, disponíveis nos diversos países participantes do projeto.

Na elaboração deste mapa, utilizou-se uma base geológica simplificada, sendo identificados, através de cor, os grandes grupos de rochas (ígneas, vulcânicas e sedimentares) e seus correspondentes metamórficos, dentro da escala cronológica. Neste mapa, foram representados os elementos estruturais mais importantes. A seleção das minas e depósitos minerais foi compatível com a escala do mapa, dando-se prioridade aqueles de maior potencial.

Os símbolos para a representação dos jazimentos minerais identificam a classe (genético-descriptiva ou genético-morfológica), tamanho, status, sendo a substância mineral destacada pela cor e letras-símbolo dos elementos químicos ou minerais. Para a representação do status dos depósitos em exploração (minas) foi utilizada a cor vermelha, sendo o restante dos jazimentos identificados pela cor preta.

As áreas favoráveis ou potenciais para recursos minerais e energéticos foram definidos como: de potencialidade alta e de potencialidade moderada a baixa. A representação foi feita por cor combinada com traços transversais, correspondendo cada cor a um grupo de minerais (metálicos, nobres, gemas, energéticos, rochas e minerais industriais e rochas ornamentais).

Base de Dados - como suporte ao Mapa de Integração de Recursos Minerais, cada país organizou os dados geológicos e econômicos de seus jazimentos minerais (depósitos e ocorrências), através de uma base de dados que continha, no mínimo, os seguintes campos: número do depósito, substância, país, estado/provincia, nome do depósito (e distrito se houver), latitude, longitude, geologia, mineralogia, alteração, morfologia (incluindo dimensões), classe/tipo, reserva demonstrada (reserva medida), teor, produção, tamanho, observações, bibliografia. Esta base de dados de recursos minerais (BDRM) foi desenvolvida em Access para Windows.

No mês de dezembro de 2000, a coordenação executiva considerou concluída a compilação e digitalização do mapa de recursos minerais, passando a realizar a revisão e correção dos erros que porventura existissem. As atividades desenvolvidas em 2001 foram todas concentradas na impressão do mapa e na

minuta del texto descriptivo, la cual fue presentada en la reunión de Foz de Iguazu en el mes de septiembre de 2001. A partir de esta fecha, los esfuerzos del equipo foram volcadas en la conclusión del Boletín de Lanzamiento y revisión final del Mapa.

Comisión Ejecutiva

El equipo responsable, en tiempo parcial o completo, para la ejecución del mapa de integración de recursos minerales estuvo constituido por:

Argentina:

José Mendía (SEGEMAR/IGRM)
Marta Godeas (SEGEMAR/IGRM)

Brasil:

Carlos Schobbenhaus (DNPM)
Ricardo da Cunha Lopes (CPRM)
Inácio Medeiros Delgado (CPRM)
Gilberto Emilio Ramgrab (CPRM)

Paraguay:

María Eugenia González Nuñez
(Viceministerio de Minas y Energía)

Uruguay:

Julio Jorge Spoturno Pioppo (DI.NA.MI.GE)
Javier Techera (DI.NA.MI.GE)

Bolivia:

Marcelo Claire Zapata (SERGEOMIN)
Carlos Riera Killibarda (SERGEOMIN)
Christian Neumann (CABAS)

Fuentes de Información

En la elaboración de Mapa de Integración de Recursos Minerales, el fuente principal de información fueron las bases de datos de recursos minerales elaboradas pelos países partícipes, así como los mapas metalogenéticos de diferentes escalas (1:250.000 a 1:1.000.000), abarcando partes específicas del área del mapa.

Colaboradores

La integración de los datos de recursos minerales en algunas áreas contó con la participación de diversos otros técnicos, lo que há permitido que el mapa sea un reflejo del conocimiento actual sobre la región abarcada por el trabajo.

minuta do texto explicativo, o qual foi apresentado na reunião de Foz de Iguazu no mês de setembro de 2001. A partir desta data, os esforços da equipe foram voltadas para a conclusão do Boletim de Lançamento e revisão final do Mapa.

Comissão Executiva

A equipe responsável, em tempo parcial ou integral, pela execução do mapa de integração hidrogeológica é assim constituída:

Argentina:

José Mendía (SEGEMAR/IGRM)
Marta Godeas (SEGEMAR/IGRM)

Brasil:

Carlos Schobbenhaus (DNPM)
Ricardo da Cunha Lopes (CPRM)
Inácio Medeiros Delgado (CPRM)
Gilberto Emilio Ramgrab (CPRM)

Paraguai:

María Eugenia González Nuñez
(Viceministerio de Minas y Energía)

Uruguay:

Julio Jorge Spoturno Pioppo (DI.NA.MI.GE.)
Javier Techera (DI.NA.MI.GE.)

Bolivia:

Marcelo Claire Zapata (SERGEOMIN)
Carlos Riera Killibarda (SERGEOMIN)
Christian Neumann (CABAS)

Principais fontes de informação

Na elaboração do Mapa de Integração de Recursos Minerais, a fonte principal de informação foram as bases de dados de recursos minerais elaboradas pelos países participantes, bem como mapas metalogenéticos de diferentes escalas (1:250.000 a 1:1.000.000), abrangendo partes específicas da área enfocada no mapa.

Colaboração

A integração dos dados de recursos minerais em algumas áreas, contou com a participação de diversos outros técnicos, permitindo que o mapa refletisse o estado atual de conhecido sobre a região enfocada.

Argentina:

Susana Segal (SEGEMAR)
Eduardo O. Zappettini (SEGEMAR)
Carlos Herrmann (SEGEMAR)
Eva Donnari (SEGEMAR)
Beatriz De Maio (INTELMIN – SEGEMAR)
Gabriel del Mármol (Dirección Nacional de Minería)

Brasil:

Andrea Sander (CPRM)
José Leonardo Silva Andriotti (CPRM)
José Luiz Flores Machado (CPRM)
Marco Aurélio Schneider da Silva (CPRM)

Argentina

Susana Segal (SEGEMAR)
Eduardo O. Zappettini (SEGEMAR)
Carlos Herrmann (SEGEMAR)
Eva Donnari (SEGEMAR)
Beatriz De Maio (INTEMIN – SEGEMAR)
Gabriel del Mármol (Dirección Nacional de Minería)

Brasil

Andrea Sander (CPRM)
José Leonardo Silva Andriotti (CPRM)
José Luiz Flores Machado (CPRM)
Marco Aurélio Schneider da Silva (CPRM)

PROVINCIA CUENCA DEL PARANÁ

La Cuenca Sedimentaria del Paraná abarca una vasta área del continente sudamericano de 1.500.000 km², que ocupa partes del sur de Brasil, nordeste de Argentina, este de Paraguay y norte de Uruguay. Su eje mayor se orienta NNE-SSO, y su depocentro estructural está situado a lo largo del río homónimo, incluyendo un paquete de rocas sedimentarias y volcánicas, cuyo espesor sobrepasa los 7.000 metros.

Se reconocen en el registro litoestratigráfico de esta cuenca seis unidades de amplia escala o supersecuencias, separadas entre sí por discordancias de carácter interregional (Milani, 1997): (1) Río Ivai (Ordovícico superior-Silúrico inferior); (2) Paraná (Devónico); (3) Gondwana I (Carbonífero superior-Triásico inferior); (4) Gondwana II (Triásico medio); (5) Gondwana III (Jurásico superior-Cretácico inferior); y (6) Bauru (Cretácico superior). Las unidades 1 a 3 están representadas por sucesiones sedimentarias que documentan eventos transgresivos-regresivos ligados a oscilaciones del nivel relativo del mar, mientras que las unidades 4 a 6 corresponden a paquetes continentales. El volcanismo fisural (Formaciones Serra Geral – BR y Arapey UR) que produjo un espeso manto de volcanitas basálticas y riolíticas con hasta 1.700 m de espesor (Zalán *et al.*, 1990), se inició en el Eocretácico y encerró la depositación de la unidad 5.

Esta provincia morfoestructural incluye también el magmatismo alcalino que se instaló, con amplia duración, principalmente en el entorno de la cuenca. Este magmatismo está representado por las intrusiones jurásico-cretácicas de las cabeceras del río Paraguay (BO), y cretácico-terciarias del *graben* de Asunción (PA). En Brasil, los principales yacimientos de rocas alcalinas plutónicas y volcánicas están reunidas en las provincias llamadas Lajes-Anitápolis, Ponta Grossa-Serra do Mar, Alto Parnaíba y Iporá-Rio Verde, cuyas edades varían del Cretácico hasta el Terciario inferior (Ulbrich e Gomes 1981).

PROVÍNCIA BACIA DO PARANÁ

A Bacia Sedimentar do Paraná abrange uma vasta área do continente sul-americano com cerca de 1.500.000 km², que ocupa partes do sul do Brasil, nordeste da Argentina, leste do Paraguai e norte do Uruguai. Seu eixo maior orienta-se NNE-SSW e seu depocentro estrutural está situado ao longo do rio homônimo, abrangendo um pacote de rochas sedimentares e vulcânicas, cuja espessura ultrapassa 7.000 metros.

São reconhecidos no registro litoestratigráfico dessa bacia seis unidades de ampla escala ou superseqüências, separadas entre si por superfícies de discordância de caráter interregional (Milani, 1997): (1) Rio Ivai (Ordoviciano Superior-Siluriano Inferior); (2) Paraná (Devoniano); (3) Gondwana I (Carbonífero Superior-Triássico Inferior); (4) Gondwana II (Triássico Médio); (5) Gondwana III (Jurássico Superior-Cretáceo Inferior); e (6) Bauru (Cretáceo Superior). As unidades 1 a 3 são representadas por sucessões sedimentares que documentam eventos transgressivos-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar, enquanto as unidades de 4 a 6 correspondem a pacotes continentais. O vulcanismo fissural (formações Serra Geral - BR e Arapey - UR) que produziu espesso manto de vulcânicas basálticas e riolíticas com até 1.700 metros de espessura (Zalán *et al.* 1990), iniciou no Eocretáceo e encerrou a deposição da unidade 5.

Esta província morfoestructural inclui também o magmatismo alcalino que se instalou com ampla duração, principalmente no entorno da Bacia do Paraná, intrusivos no embasamento metamórfico. Ele está representado pelas intrusões juro-cretácicas das cabeceiras do rio Paraguai (BO) e cretácico-terciárias do *graben* de Asunción (PA). No Brasil, as principais ocorrências de rochas alcalinas plutônicas e vulcânicas estão agrupadas em províncias denominadas Lajes-Anitápolis, Ponta Grossa Serra do Mar, Alto Parnaíba e Iporá- Rio Verde, cujas idades variam desde o Cretáceo até o Terciário Inferior (Ulbrich e Gomes 1981).

La Cuenca del Paraná es una importante productora de sustancias minerales, en especial recursos energéticos (carbón y esquistos pirobituminosos), gemas (diamante, amatista, ágata), además de rocas carbonáticas, arcillas comunes, plásticas y refractarias, materiales de uso en la construcción civil y agua mineral. A los complejos alcalinos se asocian rocas fosfáticas y carbonáticas, titanio, niobio, bauxita y uranio.

El Devónico de la Cuenca del Paraná está representado por la Formación Furnas, una secuencia esencialmente arenosa con abundante estratificación cruzada, y con un conglomerado basal, con cerca de un metro de espesor. A esta secuencia están relacionados los principales depósitos de diamante de la región del río Tibagi en el Estado de Paraná y, posiblemente, a ella están relacionados los numerosos laboreos artesanales aluviales de diamante encontrados en los estados de Mato Grosso y Goiás.

Las unidades litoestratigráficas diamantíferas que aparecen en el Carbonífero-Permiano representan una gran distribución geográfica. Se las halla en el sur de Brasil con el nombre de Subgrupo Itararé, donde las facies son predominantemente glaciarias, pasando al Estado de Mato Grosso del Sur a facies que en realidad no son tillitas verdaderas, sino depósitos subacuáticos y fluvioglaciarios, y cuanto más se va hacia el norte de Mato Grosso del Sur y para Goiás, como en la región diamantífera del río Claro (Formación Aquidauana), se tornan depósitos con características de *pebbly sandstone*, formados en ambiente *braided-stream* asociado a *glacial wash plain* (Soares *et al.* 1977). Según Gonzaga y Tompkins (1991), los concentrados de batea de las regiones mencionadas no representan minerales indicadores de kimberlitas, lo que refuerza la hipótesis de que los diamantes provienen del retrabajo de la Formación Furnas y fueron transportados por la glaciación y redistribuidos por las facies periglaciarias del tipo *braided-stream*.

Los sedimentos permianos de la Formación Río Bonito que se hallan en el sur de Brasil, encierran ocho grandes depósitos de carbón

A Bacia do Paraná é importante produtora de bens minerais, em especial recursos energéticos (carvão e folhelhos pirobetuminosos), gemas (ametista, ágata), diamante, além de rochas carbonáticas, argilas comuns, plásticas e refratárias, materiais de uso na construção civil e água mineral. Aos complexos alcalinos associam-se rochas fosfáticas e carbonáticas, titânio, nióbio, bauxita e urânio.

O Devoniano da Bacia do Paraná está representado pela Formação Furnas, uma seqüência essencialmente arenosa, com abundante interestratificação cruzada, e com um conglomerado basal com cerca de 1 metro de espessura. A esta seqüência estão relacionados as principais ocorrências de diamante na região do rio Tibagi no Estado do Paraná e, possivelmente, a ela estejam relacionados os numerosos garimpos aluviais de diamante encontrados nos estados do Mato Grosso e Goiás.

As unidades litoestratigráficas diamantíferas que ocorrem no Carbonífero Permiano, apresentam uma grande distribuição geográfica. Ocorrem no sul do Brasil como Subgrupo Itararé, onde as fácies são predominantemente glaciais, passando no Estado do Mato Grosso do Sul para fácies que na realidade não são tillitos verdadeiros, mas sim depósitos subaquáticos e flúvio-glaciais, e quanto mais para o norte do Mato Grosso do Sul e Goiás, como na região diamantífera do rio Claro (Formação Aquidauana), tornam-se depósitos com características de *pebbly sandstone*, formados em ambiente *braided-stream* associado a *glacial wash plain* (Soares *et al.* 1997). Segundo Gonzaga e Tompkins (1991), os concentrados de bateia das regiões acima mencionadas, não apresentam minerais indicadores de kimberlitos, o que reforça a hipótese de que os diamantes são provenientes da Formação Furnas e foram transportadas pela glaciação e redistribuição pelas fácies periglaciais de tipo *braided-stream*.

Os sedimentos permianos da Formação Rio Bonito que ocorrem no sul do Brasil, encerram oito grandes depósitos de carvão.

De sudoeste a nordeste, los principales depósitos son Candiota, Capané, Iruí, Leão, Charqueadas, Morungava-Chico Lomã y Santa Terezinha en el Estado de Río Grande del Sur, y el depósito Sul-Catarinense en el Estado de Santa Catarina. Además de estos, se encuentran otros depósitos pequeños en el Estado de Paraná. El total de los recursos de estas manifestaciones estimados en 29.000 Mt, siendo las reservas recuperables económicamente correspondientes al 20 o 30% de ese total (Gomes *et al.* 1998).

La secuencia sedimentaria Río Bonito alcanza un espesor máximo de 300 m y está compuesta predominantemente por esquistos y areniscas conteniendo remanentes de flora de Glossopteris. Los estratos de carbón están asociados a secuencias transicionales y fueron en su gran mayoría, depositados en ambiente de lagunas detrás de barreras, en una costa dominada por olas con influencia de mareas. Los tenores altos de azufre en muchos estratos fueron propiciados por la rotura o destrucción de esas barreras y el avance del agua de mar. Algunos niveles y estratos de carbón fueron depositados en planicies deltaicas o planicies aluviales, o mismo junto a abanicos deltaicos, pero son de importancia muy secundaria en relación con los primeros.

Un *rank* de los carbones brasileños, determinado por medidas de reflectancia, varía de carbón sub-bituminoso C a bituminoso altamente volátil A. Localmente se encuentran carbones antracíticos, por efecto de intrusiones cercanas. El carbón del depósito Sul-Catarinense es del tipo coque, pero sus elevados tenores de azufre y ceniza no hacen viable su uso en la industria metalúrgica. El carbón brasileño es utilizado principalmente en plantas termoeléctricas y, en menor grado, en las industrias del cemento y cerámica. La producción brasileña de carbón proveniente de 14 empresas en actividad, alcanzó en 1999 más de 10 Mt de *run-of-mine*.

En el Estado de Paraná, asociado al depósito de carbón de Figueira, se encuentra el depósito de uranio homónimo, encajado en litologías de la Formación Río Bonito.

De sudoeste para nordeste, os principais depósitos são Candiota, Capané, Iruí, leão, Charqueadas, Morungava-Chico Lomã, Santa Terezinha, no Estado do Rio Grande do Sul, e o depósito Sul-Catarinense no Estado de Santa Catarina. Além desses, outros pequenos depósitos ocorrem no Estado do Paraná. O total de recursos dessas jazidas está estimado em 29.000 Mt, sendo as reservas economicamente recuperáveis correspondentes a 20 ou 30% desse total (Gomes *et al.* 1998).

A seqüência sedimentar Rio Bonito alcança uma espessura máxima 300 metros, sendo composta predominantemente por arenitos e folhelhos contendo remanescentes da flora Glossopteris. As camadas de carvão associam-se a seqüências de ambientes transicionais e foram, em sua grande maioria, depositadas em ambientes de lagunas atrás de barreiras, numa costa dominada por ondas, com influência de marés. Os altos teores de enxofre da maioria das camadas de carvão, resultaram do rompimento ou destruição dessas barreiras e avanço da água do mar. Alguns leitos e camadas de carvão foram ainda depositados em planícies deltaicas ou planícies aluviais ou mesmo, junto a leques deltaicos, mas são de importância muito secundária em relação às primeiras.

O *rank* dos carvões brasileiros determinado por medidas de refletância da vitrinita, varia de carvão sub-bituminoso C a bituminoso alto volátil A. Localmente encontram-se carvões antracíticos, por efeito de intrusões próximas. O carvão ocorrente no Estado de Santa Catarina é do tipo coque, mas seus elevados teores em enxofre e cinza inviabilizam seu uso direto na indústria metalúrgica. O carvão brasileiro é usado principalmente em plantas termoelétricas e, em menor grau, nas indústrias de cimento e cerâmica. A produção oriunda de quatorze empresas em atividade totalizou em 1999 cerca de 10 Mt de *run-of-mine*.

No Estado do Paraná, associada a jazida de carvão de Figueira, encontra-se a jazida de urânio homônima, encaixada em litologias da Formação Rio Bonito.

El depósito está confinado entre el estrato de carbón en la base y la arenisca mediana a gruesa del techo. El depósito es tabular y peneconcordante (Morrone y Daemon, 1985). En la arenisca, la mineralización aparece en los intersticios de los granos de cuarzo en forma de uraninita, íntimamente asociada con pirita y otros sulfuros. La reserva está estimada en 800 t U_3O_8 . El molibdeno (ley de 2%), vanadio (500 ppm), y valores anómalos de selenio, níquel y germanio acompañan la mineralización.

La Formación Irati del Pérmico superior se caracteriza por la distribución regular en toda la cuenca y también por su litología uniforme. Presenta un espesor del orden de 30-40 m y consiste en intercalaciones de arcilitas y esquistos gris oscuros a pirobituminosos, asociados a niveles de rocas carbonáticas. Los esquistos pirobituminosos se presentan como rocas de aspecto laminado, compactas *in natura*, que se exfolian cuando se intemperizan. La composición mineral es básicamente arcillosa, en la cual se encuentra íntimamente diseminada la materia orgánica conocida como querogenio (Lenz y Ramos, 1985).

En la faja este de la Cuenca del Paraná fueron reconocidos, en base a 3332 sondeos, cuatro depósitos principales de esquistos pirobituminosos, cuyas reservas medidas totalizan 2,8 billones de barriles de aceite de esquisto. El depósito más importante es São Mateus do Sul en el Estado de Paraná. En este depósito los estratos de esquistos inclinan 15 m por kilómetro en relación a la horizontal. Se distinguen dos estratos, uno superior con cerca de 6,40 m de espesor y un tenor de aceite de 6,4%, y otro con 3,20 m y 9,0% de aceite. Los dos estratos están separados por uno intermedio estéril, de 8,40 m de espesor. Las reservas explotables de este depósito, con 165,8 km² de área, y un encape máximo de 30 m, suman 708,37 millones de barriles. La explotación es a cielo abierto y, en el complejo industrial de beneficio, se procesan diariamente 7.800 t de esquisto pirobituminoso que generan los siguientes productos: aceite combustible: 480 t; nafta industrial: 90 t; gas combustible: 120 t; gas licuado: 45 t, y azufre: 75 toneladas.

O depósito es confinado entre a camada de carvão na base e o arenito médio a grosso do topo. O depósito é tabular e

pene-concordante (Morrone & Daemon, 1985). No arenito, a mineralização aparece nos interstícios dos grãos de quartzo na forma de uraninita, íntimamente associada com pirita, calcopirita, esfalerita e outros sulfetos. A reserva está estimada em 8.000 t de U_3O_8 . O molibdênio (teor de 2%), vanádio (500 ppm) e valores anômalos de selênio, níquel e germânio acompanham a mineralização.

A Formação Irati do Permiano Superior, caracteriza-se pela sua distribuição regular por toda a bacia e também por sua litologia uniforme. Apresenta uma espessura da ordem de 30-40 metros e consiste de intercalações de argilitos e folhelhos cinza-escuros a pirobetuminosos, associados a níveis de rochas carbonáticas. Os folhelhos pirobetuminosos apresentam-se como rochas de aspecto laminado, compactas *in natura*, esfoliando-se quando intemperizadas. A composição mineral é de base argilosa, no qual encontra-se íntimamente disseminada a matéria orgânica conhecida como querogênio (Lenz e Ramos, 1985).

Na faixa leste da Bacia do Paraná, foram reconhecidos, com base em 3332 furos de sondagem, quatro grandes depósitos de folhelhos pirobetuminosos, cujas reservas medidas totalizam 2,8 bilhões de barris de óleo de xisto. O depósito mais importante é o São Mateus do Sul no Estado do Paraná, que oferece as melhores condições para aproveitamento econômico. Nesta jazida distinguem-se duas camadas, uma superior com cerca de 6,40 metros de espessura e um teor de óleo da ordem de 6,4%, e outra com 3,20 metros e 9,0% de óleo. As duas camadas são separadas por uma camada intermediária com 8,40 metros de espessura considerada estéril.

As reservas explotáveis dessa jazida, com 165,8 km² de área e encape máximo de 30 metros, somam 708,37 milhões de barris. A lavra é a céu aberto e, no complexo industrial de beneficiamento, são processadas diariamente 7.800 toneladas de xisto que geram os seguintes produtos: óleo combustível – 480 t; nafta industrial – 90 t; gás combustível – 120 t; gás liquefeito – 45 t e enxofre – 75 t.

La etapa pre-*rift* de la Cuenca del Paraná (140 a 120 Ma) se caracterizó por extensos derrames de lavas basálticas y, en menor proporción, de dacitas y riolitas relacionadas con el vulcanismo fisural Serra Geral. En las regiones de Alto Uruguai, Salto do Jacuí (Brasil), Quaraí-Artigas (frontera Brasil-Uruguay) y Wanda (Argentina), se formaron depósitos de amatista y ágata asociados a ese vulcanismo.

La amatista es la gema más importante producida en la región. Su mayor concentración está en la región de Alto Uruguai (Distrito de Alto Uruguai), en el norte del Estado de Rio Grande do Sul, donde la explotación es realizada por "garimpeiros", que reunidos en una cooperativa, tiene derechos sobre un área de 16.000 hectáreas. La gema se halla en geodas que aparecen en las porciones centrales de los derrames basálticos, en un intervalo que los garimpeiros denominan "laje", caracterizadas por fracturas verticales poco abundantes y por una tendencia muy acentuada a la alteración. Las geodas alcanzan hasta 3.000 kg y 3 m de largo, formando bolsones de 3 a 4 m de extensión, en todas las direcciones (estructura de tipo *caja de huevos*). Estudios de Juchen *et al.* (1999) muestran que la amatista y las demás variedades de cuarzo que aparecen en los derrames se formaron a temperaturas bastante próximas a los 50°C, y en condiciones geológicas poco variables.

La producción de amatista del Uruguay Medio es de aproximadamente 100 t/mes, habiendo alcanzado 250 t/mes en 1993. La explotación en esta región se inició a cielo abierto en la década del '70. A la fecha, el trabajo se hace a través de innumerables galerías abiertas en la roca, en general con menos de 70 m de extensión, aunque algunas alcanzan más de 150 metros. El Anuario Mineral Brasileiro de 1977 muestra que, en el trienio 1994-1996, Brasil exportó 1.030 t/año de amatista en bruto, aserrada o desvastada. El precio medio giró en torno de los u\$s 6,00/kilogramo. La amatista en bruto se exporta prácticamente toda, quedando en el mercado interno sólo las gemas lapidadas.

O estágio pré-*rift* da Bacia do Paraná é caracterizado por extensos derrames de lavas basálticas e, em menor proporção, de dacitos e riólitos relacionados ao vulcanismo fissural Serra Geral. Nas regiões do Alto Uruguai, Salto do Jacuí e Quaraí-Artigas (fronteira Brasil-Uruguai) e Wanda (Argentina), essas vulcânicas encerram importantes jazidas de ametista e ágata.

A ametista é a mais importante das gemas produzidas na região. Sua maior concentração está na região do Alto Uruguai (Distrito Mineiro do Alto Uruguai), no norte do Estado do Rio Grande do Sul, onde a mineração é feita por garimpeiros que reunidos em um cooperativa, detém direitos sobre uma área de 16.000 hectares. A gema ocorre em geodos que aparece nas porções centrais dos derrames basálticos, num intervalo que os garimpeiros denominam de *laje*, caracterizado por fraturas verticais pouco abundantes e por uma tendência muito acentuada à alteração. Os geodos atingem individualmente até 3.000 kg e 3 metros de comprimento, sendo comuns peças com 200-300 kg. Formam bolsões com 3 a 4 metros de comprimento, que se estendem em todas as direções (estrutura tipo *caixa de ovos*). Estudos de Juchen *et al.* (1999) mostram que a ametista e as demais variedades de quartzo que ocorrem nos derrames, formaram-se em temperaturas bastante próximas, em torno de 50°C, e em condições geológicas pouco variáveis.

A produção de ametista no Alto Uruguai é de aproximadamente 100 t/mês, já tendo alcançado 250 t/mês em 1993. A lavra nesta região iniciou a céu aberto na década de 70. Atualmente, o trabalho é feito em incontáveis galerias abertas na rocha, em geral com menos de 70 metros de extensão, mas algumas com mais de 150 metros. O Anuário Mineral Brasileiro de 1977 mostra que, no triênio 1994-1996, o Brasil exportou, em média, 1.030 t/ano de ametista bruta, serrada ou desbastada. O preço médio girou em torno de US\$ 6.00/kg. A ametista bruta é praticamente toda exportada, ficando no mercado interno somente as gemas lapidadas

El ágata es más abundante que la amatista en las volcanitas Serra Geral. Se produce principalmente en la región central del Estado de Rio Grande do Sul, siendo el municipio de Salto de Jacuí el mayor productor, con 80-90% de la producción total. En esta región, los "garimpeiros" reunidos en cooperativa tiene los derechos sobre un área de 40.355 hectáreas. Entre las volcanitas aflorantes en la región, predominan las riocacitas, pero el ágata casi invariablemente está en cotas más bajas, asociada a los basaltos. El derrame portador de ágata tiene espesor medio de 6 m y está bastante alterado, con estructura vesículo-amigdaloides. Las geodas se hallan en la base y en la porción media del derrame. En cuanto a los minerales presentes, las geodas más comunes son aquellas rellenas por ágata sola o por ágata o ágata y cristal de roca. La presencia de otras especies, como calcita o zeolitas, puede valorizar la pieza.

El Anuário Mineral Brasileiro muestra que en el trienio 1994-1996 Brasil exportó, como promedio, 3.056 t/año de ágata en bruto, aserrada o desbastada. El precio medio se mantuvo en u\$s 1,32/kilogramo.

En el Cenozoico, en el ámbito de la Mesopotamia (Argentina), la meteorización de los basaltos produjo pequeños depósitos de hierro laterítico, como por ejemplo, en la provincia de Misiones, donde se encuentran los depósitos Santa Inés, Eldorado-Victoria, Wanda y San Ignacio, con reservas totales de 13,26 Mt, con tenores medios de 30,63% Fe.

Los depósitos minerales asociados a los complejos alcalinos consisten principalmente en fosfatos en forma de apatita, niobio, titanio, circonio, uranio y bauxita. Además de los mencionados se hallan magnetita, vermiculita, baritina, fluorita y elementos de tierras raras.

En todos los depósitos la lateritización tuvo un papel importante, en general aumentando el tenor de mineralización en el perfil laterítico, a través de dos mecanismos: 1) concentración de los minerales resistatos en la capa laterítica, principalmente pirocloro y apatita;

A ágata é mais abundante que a ametista nas vulcânicas Serra Geral. É produzida principalmente na região central do Estado do Rio Grande do Sul (Distrito Mineiro do Salto do Jacuí), sendo o município de Salto de Jacuí o maior produtor, com 80-90% da produção total. Nesta região, os garimpeiros reunidos em cooperativa detêm direitos sobre uma área de 40.355 hectares. Entre as vulcânicas aflorantes na região, predominam os riocacitos, mas a ágata quase invariavelmente está em cotas mais baixas, associadas aos basaltos. O derrame portador de ágata apresenta-se com espessura média de 6 metros e bastante alterado, com estrutura vesículo-amigdaloidal. Os geodos ocorrem na base e na porção média do derrame. Quanto aos minerais presentes, os geodos mais comuns são aqueles preenchidos por ágata exclusivamente, ou ágata e cristal-de-rocha. A presença de outras espécies, como calcita ou zeolitas, pode valorizar a peça.

O Anuário Mineral Brasileiro mostra que no triênio 1994-1996, o Brasil exportou, em média, 3.056 t/ano de ágata bruta, serrada ou desbastada. O preço médio manteve-se em torno de US\$ 1,32/kg.

No Cenozóico, no âmbito da Mesopotamia (Argentina), a meteorização dos basaltos produziu pequenos depósitos de ferro laterítico, como por exemplo, na província de Misiones, onde se encontram os depósitos de Santa Inés, Eldorado-Victoria, Wanda e San Ignacio, com reservas totais de 13,26 Mt, com teores médios de 30,63% Fe.

Os depósitos minerais associados aos complexos alcalinos consistem principalmente de fosfato na forma de apatita, nióbio, titânio, zircônio, urânio e bauxita. Além desses, ocorrem magnetita, vermiculita, barita, fluorita e elementos terras raras.

Em todos os depósitos a laterização teve um papel importante, em geral aumentando o teor do minério no perfil laterítico, através de dois mecanismos: 1) concentração dos minerais resistatos na capa laterítica, principalmente pirocloro e apatita; e

2) neoformación de minerales de níquel (silicatos y óxidos de Ni), alúmina (gibbsita en la bauxita) y titanio (anatasa) (Dardenne y Schobbenhaus, 2000). En las regiones Sur y Sudeste de Brasil se hallan importantes depósitos minerales asociados a los complejos alcalinos-carbonatitas: fosfato en Anitapolis y Jacupiranga; fluorita en Mato Preto; uranio, circón y bauxita en Poços de Caldas; titanio, niobio y fosfato en Tapira; y bauxita en Lajes. En este texto se presentan como ejemplos los macizos de Poços de Caldas y Tapira.

Por su área de 800 km², el macizo alcalino de Poços de Caldas es considerado por su área uno de los mayores complejos del mundo, formado exclusivamente por rocas nefelínicas. Posee forma elíptica con 35 km en el sentido NE-SO y 30 km en el sentido NO-SE. El macizo está emplazado entre granitos y gneises, pero al oeste limita con sedimentos de la Cuenca del Paraná. Está constituido por nefelínicas, tinguaítas y foyaítas, poseyendo en su interior sedimentos y rocas volcánicas formadas por tobas, brechas, conglomerados y lavas ankaratríticas. Dataciones radiométricas indican que la actividad alcalina que originó el macizo se produjo entre el Cretácico superior y el Paleógeno (85 a 52 Ma), posiblemente en dos fases distintas (Ulbrich y Gomes, 1981).

Poço de Caldas posee la única mina de uranio en actividad en Brasil. Es también la única en el mundo en la que el uranio se explota en depósitos relacionados con rocas alcalinas. Estos depósitos de uranio se encuentran en las áreas de Cercado y Agostinho, donde la mineralización aparece asociada a tinguaítas, fonolitas y rocas piroclásticas. En el caso del depósito Cercado, hay cuatro tipos de mineralización: veta primaria, oxidación-reducción secundaria, difusa, y en bolsones de suelo reducido preservados en rocas oxidadas.

Las reservas de mineral en el Complejo de Poços de Caldas totalizan 26.800 t U₃O₈; 25.000t MoO₃ y 172.400 t ZrO₃. La explotación se realiza a cielo abierto, y el progreso de la excavación se hace por escalones, con una altura de bancos de 16 m en el estéril, y de 2,4 ó 8,0 m en las zonas mineralizadas.

2) neoformação de minerais de níquel (silicatos e óxidos de Ni), alumina (gibbsita na bauxita) e titânio (anatásio) (Dardenne & Schobbenhaus, 2000). Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil importantes depósitos minerais estão associados aos complexos alcalino-carbonáticos: fosfato em Anitápolis e Jacupiranga; fluorita em Mato Preto; urânio, zircônio e bauxita em Poços de Caldas; titânio, nióbio, fosfato em Tapira; e bauxita em Lajes. Neste texto, são apresentados como exemplos os maciços de Poços de Caldas e Tapira.

O maciço alcalino de Poços de Caldas pela sua área de 800 km², é considerado um dos maiores complexos do mundo, formado exclusivamente por rochas nefeliniticas. Possui forma elíptica com 35km no sentido NE-SW e 30 km no sentido NW-SE. O maciço está encravado entre granitos e gnaisses, mas a oeste, limita-se com sedimentos da Bacia do Paraná. É constituído por rochas nefelínicas, tinguaítas e foiaítas, possuindo no seu interior sedimentos e rochas vulcânicas formadas por tufos, brechas, conglomerados e lavas ankaratríticas. Datações radiométricas indicam que a atividade alcalina que originou o maciço ocorreu entre o Cretáceo Superior e o Paleógeno (85 a 52 Ma), possivelmente em duas fases distintas (Ulbrich e Gomes, 1981).

Poço de Caldas possui a única mina de urânio operando no Brasil. Ela é também a única no mundo onde o urânio é minerado em depósitos relacionados a rochas alcalinas. Esses depósitos de urânio são encontrados nas áreas de Cercado e Agostinho, onde a mineralização aparece associada a tinguaítas, fonólitos e rochas piroclásticas. No caso do depósito de Cercado há quatro tipos distintos de mineralização: tipo veio primário; tipo oxidação-redução secundária; tipo mineralização difusa; e bolsas de solo reduzido preservadas em rochas oxidadas. As reservas de minério do Complexo de Poços de Caldas totalizam 26.800t de U₃O₈; 25.000t de MoO₃ e 172.400 t de ZrO₃. A mineração está sendo realizada a céu aberto, sendo que a progressão da escavação é feita por degraus, com a altura das bancadas de 16 metros no estéril, e de 2,4 ou 8,0 metros nas zonas mineralizadas.

La producción media de mineral para la usina es de 2.500 t/día y 1.500 t/día de mineral original. La capacidad nominal de procesamiento de mineral es de 2.500 t/día, dado que las unidades de beneficiamiento están dimensionadas para una producción de 550 t/año de diuranato de amonio (*yellow cake*) y hasta 625 t/año de molibdato de calcio (Fraenkel *et al.*, 1985).

Asociados a rocas alcalinas de Poços de Caldas se encuentran también minerales de circonio como grandes masas de caldasita. En el área se observan vetas de óxidos de circonio impuro, atravesando las sienitas nefelínicas. A través de la descomposición de las rocas regionales por intemperismo, esas vetas van a dar origen a “favas” de óxido de circonio muy puro, incorporados en rodados en las costas, bajadas y lechos fluviales. Las “favas” de caldasita pueden llegar a tenores superiores a 95% de óxido de circonio. Las reservas de mineral son del orden de 104.000 t con ley de 60% de ZrO_2 .

El intemperismo en la porción norte del macizo produjo fuerte bauxitización, dando origen a yacimientos de bauxita en forma de “lentes” localizadas en las partes superiores y medias de los morros. El proceso erosivo aún está activo en la región y toda la bauxita es de edad reciente.

La bauxita de Poços de Caldas aparece prácticamente en la superficie del terreno o cubierta por un fino estrato de suelo. El espesor del manto mineralizado es muy variable desde pocos centímetros hasta 20 m o más. El espesor medio se sitúa entre 2 m en las minas de menor espesor y 4 m en las más profundas.

Como forma de presentarse, se distinguen básicamente dos tipos: *bauxita de sierra*, constituyendo estratos continuos de buena calidad, que se asientan directamente sobre el sustrato rocoso; y *bauxita de campo*, formando estratos irregulares, con intercalaciones arcillosas. Las reservas del macizo de Poços de Caldas totalizan 50 Mt, con Al_2O_3 aprovechable de 46% y SiO_2 relativa de 4,5%. De esas reservas, el 80% posee, *in situ*, las especificaciones de consumo para las industrias químicas y metalúrgicas. De esta manera, el único beneficio necesario es una reducción en la granulometría.

A produção média de minério para a usina é de 2.500t/dia e 1500t/dia de minério marginal. A capacidade nominal de processamento de minério é de 2.500 t/dia, enquanto as unidades de acabamento estão dimensionadas para a produção de 550 t/ano de diuranato de amônio (*yellow cake*) e até 625t/ano de molibdato de cálcio (Fraenkel *et al.*, 1985).

Associado as rochas alcalinas de Poços de Caldas encontram-se também minerais de zircônio como grandes massas de caldasito. Na área, são observados ainda veios de óxidos de zircônio impuro, atravessando os sienitos nefelínicos. Através da decomposição pelo intemperismo das rochas regionais, esses veios vão dar origem a favas de óxido de zircônio muito puro, incorporados em cascalhos nas encostas, baixadas e leitos fluviais. As favas de caldasito podem chegar a teores superiores a 95% de óxido de zircônio. As reservas de minério são da ordem de 104.000 t com teor de 60% de ZrO_2 .

O intemperismo na porção norte do maciço produziu forte bauxitização, dando origem a jazimentos de bauxita na forma de “lentes” localizadas nos topos e meia encosta dos morros. O processo erosivo ainda é ativo na região e toda a bauxita é de idade recente.

A bauxita de Poços de Caldas ocorre praticamente à superfície do terreno ou coberta por uma fina camada de solo. A espessura do manto mineralizado é muito variável desde pouco centímetros até 20 metros ou mais. A média, porém, situa-se entre 2 metros nas minas menos espessas, e 4 metros nas mais profundas. Como forma de ocorrência distinguem-se, basicamente, dois tipos de jazimento: *bauxita de serra*, constituindo camadas contínuas de boa qualidade, que assentam diretamente sobre o substrato rochoso; e *bauxita de campo*, constituindo camadas irregulares, com intercalações argilosas. As reservas de bauxita do maciço de Poços de Caldas totalizam 50 Mt, com Al_2O_3 aproveitável de 46% e SiO_2 reativa de 4,5%. Dessas reservas, 80% possuem, *in situ*, as especificações de consumo nas indústrias químicas e metalúrgicas. Dessa maneira, o único beneficiamento necessário é uma redução de granulometria.

El complejo alcalino ultramáfico de Tapira, de edad cretácica inferior, constituye una estructura dómica con un área de 36 km², formada por piroxenitas y dunitas, con cuerpos de carbonatitas bien definidos en su parte centro-sur. Estas rocas se encuentran cubiertas por un espeso manto de intemperismo (lateritas, silixitas y sedimentos arcillosos), que encierran extensos depósitos de minerales supergénicos, con importantes reservas de fosfato, titanio, niobio y tierras raras. Los depósitos de fosfato (apatita) y de titanio (anatasa) están en el manto de intemperismo que puede alcanzar más de 200 m de profundidad. Se reconocen las siguientes zonas: 1) zona de mineralización de titanio, que contiene más de 15% de TiO₂ y menos de 5% de P₂O₅ soluble; 2) zona de mineralización de titanio y fosfato, con más de 15% de TiO₂ y más de 5% de P₂O₅ soluble; 3) zona de mineralización de fosfato, con P₂O₅ mayor que 5% y TiO₂ menor que 15%. La zona de mineralización de niobio ocupa la parte más central del cuerpo intrusivo. El enriquecimiento secundario propició, en algunos puntos, concentraciones del orden de 5% Nb₂O₅, aunque el tenor medio es de 0,9%, con un corte de 5% Nb₂O₅. El mineral es pirocloro. Las reservas del Complejo de Tapira totalizan 1.381 Mt de mineralización de apatita, con tenor de 8,0-8,35% P₂O₅; 424 Mt de mineralización de anatasa, con tenor de 14,34-21,9% TiO₂; y 166 Mt de mineralización de niobio con tenor medio de 0,36-0,9% Nb₂O₅ (Melo, 1997).

En el Cretácico superior la desagregación de los diferentes edificios volcánicos (rocas alcalinas, kimberlitas, coladas volcánicas) resultó en la depositación de unidades de conglomerados y areniscas del Grupo Bauru, a las cuales se asocian los depósitos de diamante, como los de Romaria en el Estado de Minas Gerais y Poxoréu en el Estado de Mato Grosso, y de los innumerables laboreos artesanales encontrados en aluviones recientes.

PROVINCIA BRASÍLIA – SÃO FRANCISCO

La Provincia Morfoestructural Brasília-São Francisco está formada por dos unidades geotectónicas mayores (1) Faja de Plegamientos Brasília y (2) Cratón São Francisco; además de dos unidades

O complexo alcalino ultramáfico de Tapira de idade cretácica superior, constitui uma estrutura dómica com área de 36 km², formada por piroxenitos e dunitos, com corpos de carbonatitos bem definidos na sua parte centro-sul. Essas rochas, encontram-se cobertas por um espesso manto de intemperismo (lateritas, silixitos e sedimentos argilosos), que encerram extensos depósitos de minerais supergênicos, com expressivas reservas de fosfato, titânio, nióbio e terras raras. As jazidas de fosfato (apatita) e titânio (anatásio) estão no manto de intemperismo que pode alcançar mais de 200 metros de profundidade. São reconhecidas as seguintes zonas: 1) zona de mineralização de titânio, que contém mais de 15% TiO₂ e menos de 5% P₂O₅ solúvel; 2) zona de mineralização de titânio e fosfato, com mais 15% TiO₂ e mais de 5% P₂O₅ solúvel; e 3) zona de mineralização a fosfato, com P₂O₅ maior que 5% e TiO₂ menor que 15%. A zona de mineralização a nióbio ocupa a parte mais central do corpo intrusivo. O enriquecimento secundário propiciou, em alguns pontos, concentrações da ordem de 5% Nb₂O₅, mas o teor médio é de 0,9%, com um corte a 5% Nb₂O₅. O mineral é o pirocloro. As reservas do Complexo de Tapira totalizam 1.381 Mt de minério apatítico, com teor de 8,0-8,35% P₂O₅; 424 Mt de minério de anatásio, com teor de 14,34-21,9% TiO₂; e 166 Mt de minério de nióbio com teor médio de 0,36-0,9% Nb₂O₅ (Melo, 1997).

No Cretáceo Superior, a desagregação dos diferentes edifícios vulcânicos (rochas alcalinas, kimberlitos, derrames vulcânicos), resultou na deposição de unidades de conglomerados e arenitos do Grupo Bauru, as quais estão associados depósitos de diamante, como os de Romaria no Estado de Minas Gerais e Poxoréu no Estado do Mato Grosso, e dos inúmeros garimpos encontrados em aluviões recentes.

PROVINCIA BRASÍLIA – SÃO FRANCISCO

A Província Morfoestructural Brasília-São Francisco é formada por duas unidades geotectônicas maiores (1) a Faixa de Dobramentos Brasília e o (2) Cratón São Francisco; além de duas unidades

geotectónicas menores, expuestas en el valle de Araguaia, (3) Macizo de Goiás y (4) Arco Magmático de Goiás (Neoproterozoico).

El Cratón San Francisco aflora parcialmente en el área abarcada por el mapa, ya que está cubierto por metasedimentos meso a neoproterozoicos. Esa unidad tectónica está formada por terrenos granítico-gnéissicos de medio a alto grado incluyendo *greenstones belts* (Rio das Velhas, Pium-i, Fortaleza de Minas), granitoides transamazónicos y rocas metasedimentarias del Grupo Minas.

El Macizo de Goiás (3,0 e 2,5 Ga) preserva también diversos *greenstone belts*, como los de Crixás, Pilar, Guarinos e Goiás Velho. En el Transamazónico esa área fue sometida a intensa tafrogénesis que condujo a la formación de *riffts* intracontinentales, a los cuales se asociaron, entre entre 2.000 y 1.700 Ma, las intrusiones de los complejos máfico-ultramáficos diferenciados (asociación de peridotitas, piroxenitas y gabros) de Barro Alto e Niquelândia, metamorfizados en facies de granulitas a los 790 Ma. Entre 1.770 y 1.710 Ma se formaron los *riffts* de Araí (Grupo Araí) e Espinhaço (Supergrupo Espinhaço), con vulcanismo bimodal e intrusión de granitos anorogénicos y sedimentación continental a marina somera.

El proceso de estructuración del ciclo brasiliano se inició con el desarrollo de una sedimentación de margen pasivo (Grupo Paranoá) que hacia el oeste pasa a (meta)sedimentos marinos (Grupo Serra da Mesa), metamorfizados en facies esquistos verdes de alta temperatura a anfíbolita. Al sur del paralelo 15° afloran las secuencias metasedimentarias de los Grupos Canastra e Araxá, que tal vez representen equivalentes estratigráficos de los Grupos Paranoá y Serra da Mesa.

En el inicio del Neoproterozoico (~900 Ma), se formó el Arco Magmático de Goiás, representado por rocas ígneas y sedimentarias metamorfizadas de ambientes de arco de islas y margen pasivo. La orogénesis de la Faja Dobrada Brasília ocurrió con la colisión del Cratón de São Francisco con el Bloque Paraná alrededor de los 790 Ma, provocando el metamorfismo

geotectônicas menores, expostas no vale do Araguaia, o (3) Maciço de Goiás e o (4) Arco Magmático de Goiás (Neoproterozóico).

O Cratón São Francisco aflora parcialmente na área abrangida pelo mapa, uma vez que é coberto por metassedimentos meso a neoproterozóicos. Essa unidade tectônica é formada por terrenos granito-gnáissicos de médio e alto grau incluindo *greenstones belts* (Rio das Velhas, Pium-i, Fortaleza de Minas), granitóides transamazônicos e rochas metassedimentares do Grupo Minas.

O Maciço de Goiás (3,0 e 2,5 Ga) preserva também diversos *greenstone belts*, como os de Crixás, Pilar, Guarinos e Goiás Velho. Após a estabilização da crosta no final do Transamazônico essa área foi submetida a intensa tafrogênese que levou à formação de *riffts* intracontinentais., aos quais se associaram, entre 2,0 a 1,7 Ga, as intrusões dos complexos máfico-ultramáficos diferenciados (associação de peridotitos, piroxenitos e gabros) de Barro Alto e Niquelândia, metamorfizados na facies granulito em 790 Ma. Entre 1.770 e 1.710 Ma formam-se os *riffts* de Araí (grupo Araí) e Espinhaço (Supergrupo Espinhaço), com vulcanismo bimodal e intrusão de granitos anorogénicos, seguidos de sedimentação continental a marinha rasa.

O processo de estruturação do ciclo Brasileiro iniciou com desenvolvimento de uma sedimentação de margem passiva (Grupo Paranoá) sobreposto em discordância ao Grupo Araí. No sentido oeste, os sedimentos plataformais passam para (meta)sedimentos marinhos (Grupo Serra da Mesa), metamorfizados nas facies xistos verdes alto a anfíbolito. Ao sul do paralelo 15° (inflexão dos Pirineus) afloram as seqüências metassedimentares dos grupos Canastra e Araxá, que talvez representem equivalentes estratigráficos dos grupos Paranoá e Serra da Mesa.

No início do Neoproterozóico (~900 Ma), deu-se a individualização do Arco Magmático de Goiás, representado por metaígneas e metassedimentares de ambientes de arco-de-ilhas e margem ativa. A orogênese da Faixa Dobrada Brasília ocorreu com a colisão do Cratón do São Francisco com o Bloco Paraná em torno de 790 Ma, provocando o metamorfismo

regional de las unidades Araxá/Serra da Mesa y Canastra/Paranoá y la generación de granitos sin a tardíotectónicos y granulitización de las rochas máfico-ultramáficas. Con el surgimiento de la cadena orogénica se desarrolló una cuenca de *foreland* con la depositación de secuencias esencialmente pelíticas y carbonáticas (Grupo Bambuí), cuya sedimentación se extendió fuera de los límites de la cuenca, cubriendo extensas áreas del cratón. Las últimas manifestaciones brasilianas se produjeron a los ~600 Ma y abarcan los sedimentos del Grupo Bambuí en la zona externa de la Faja, dado que en la zona interna hubo intrusión de granitos postectónicos.

Cubriendo esta nueva área cratónica se depositan, en el valle del río São Francisco, sedimentos continentales (Formaciones Urucuia e Areado), rocas vulcanoclásticas y volcánicas alcalinas (Formación Mata da Corda) y, localmente, sedimentos glaciogénicos neopaleozoicos.

La provincia es productora de oro, níquel, cobalto, cinc, plomo, manganeso, calizas, dolomías, arcillas, caolín, agalmatolita, pirofilita, grafito, vermiculita, diamantes, cuarzo, rocas ornamentales, materiales de construcción civil y agua mineral.

La porción del Cratón de São Francisco expuesta en el área del mapa presenta una extensión del *greenstone belt* Rio das Velhas (Supergrupo Rio das Velhas), representado por los Grupos Nova Lima y Maquiné. El Grupo Nova Lima consiste en rocas volcánicas máficas y ultramáficas, incluyendo komatiitas y tonalitas asociadas con unidades BIF del tipo Algoma, filitas con clorita y grafito, grauvacas, rocas volcánicas félsicas y piroclásticas, todas metamorfizadas en facies de esquistos verdes. Los principales depósitos de oro de Brasil están asociados con rocas de este Grupo. En el área del mapa, solamente están presentes pequeños depósitos como los de Machadinho, Lagoa Dourada e Mineração. La secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Barbacena, correlativo con el Grupo Nova Lima, presenta numerosas manifestaciones de mineralización de manganeso. En el área del mapa aparecen diversos depósitos supergénicos, ubicándose el principal en Ritópolis, con reservas de 1,3 Mt de mineral con 26% Mn, 10% Fe e 15% SiO₂.

regional das unidades Araxá/Serra da Mesa e Canastra/Paranoá, geração de granitos crustais sin a tardíotectônicos e granulitização dos corpos máfico-ultramáficos. Com o soer-guimento da cadeia orogênica iniciou-se im-portante deslocamento do sistema de *nappes* e cavalgamentos subhorizontais que avançou de oeste para leste no sentido do Cráton São Francisco. Como conseqüência desse soer-guimento desenvolveu-se uma bacia de *foreland* com a deposição de seqüências essencialmente pelíticas e carbonáticas (Grupo Bambuí), cuja sedimentação esten-deu-se além dos limites da bacia, cobrindo extensas áreas do cráton. As últimas mani-festações brasilianas ocorreram em ~600 Ma com envolvimento dos sedimentos do Grupo Bambuí na zona externa da faixa, enquanto na zona interna houve intrusão de granitos pós-tectônicos.

Recobrando esta nova área cratónica ocorrem, no vale do Rio São Francisco, sedimentos continentais (formações Urucuia e Areado), rochas vulcanoclásticas e vulcânicas alcalinas (Formação Mata da Corda) e, localmente, sedimentos glaciogénicos neopaleozóicos.

A província é produtora de ouro, níquel, cobalto, zinco, chumbo, manganês, calcário, dolomito, argilas, caulim, agalmatolito, pirofilita, grafita, vermiculita, diamantes, quartzo, rochas ornamentais, ma-teriais de construção civil e água mineral.

A porção do Cráton São Francisco exposta na área do mapa, apresenta uma extensão do *greenstone belt* Rio das Velhas (Supergrupo Rio das Velhas), representado pelos grupos Nova Lima e Maquiné. O Grupo Nova Lima consiste de rochas vulcânicas máficas e ultramáficas, incluindo komatiito e tonalito associados com unidades de BIF's do tipo Algoma, filitos com clorita e grafita, grauvacas, rochas vulcânicas félsicas e piroclásticas, todas metamorfizadas na fácies xistos-verdes. Os principais depósitos de ouro do Brasil estão associados com rochas desse grupo. Na área do mapa, somente pequenos depósitos estão presentes, como os de Machadinho, Lagoa Dourada e Mineração. A seqüência vulcano-sedimentar do Grupo Barbacena, correlativo ao Grupo Nova Lima, apresenta numerosas ocorrências de minério de manganês. Na área do mapa ocorrem diversos depósitos supergénicos, sendo o principal em Ritópolis, com reservas de 1,3 Mt de minério com 26% Mn, 10% Fe e 15% SiO₂.

Asociados a las rocas máficas y ultramáficas del Supergrupo Rio das Velhas se encuentran depósitos de agalmatolita (roca pirofítica), que tiene amplio uso en la industria cerámica (50% de la producción). Las reservas de los diferentes depósitos que se hallan en el Estado de Minas Gerais, único productor, totalizaron 300.000 t en 1997, y la producción, en el mismo año, alcanzó 160.000 t (Lara Filho, 1997).

A los *greestones belts* de Pium-hí y Fortaleza de Minas, cuyas secuencias fueron datadas en alrededor de 3.0 Ga (Noce, 1995), se asocian los depósitos de cromita de Pium-hí y los de Ni de Morro do Níquel y Ni-Cu-Co-EGP +Au de O'Toole en Fortaleza de Minas.

El depósito de Morro do Níquel está asociado a un cuerpo de peridotita serpentizada y contiene reservas de 2,2 Mt de mineral, de las cuales 710.000 t son reservas medidas, con un tenor de 1,08% Ni. El depósito de Ni-Cu-Co-PGE+Au de O'Toole está hospedado en una unidad de la suite komatiítica que consiste en peridotita olivínica, peridotita, piroxenita y basalto, metamorfozada en facies esquistos verdes. La mineralización consta de pirrotina, pentlandita, calcopirita, cobaltita y MPG + Au con textura brechada, diseminada, bandeada o *stringer*. Las reservas totalizan 6,6 Mt de mineral con tenores de 2,2% Ni, 0,4% Cu, 0,05% Co e 1,2 ppm MGP+Au (Dardenne y Schobbenhaus, 2000).

El *greenstone belt* de Crixás (Macizo de Goiás) encierra importantes yacimientos de oro, como las minas III y Nova, además de las manifestaciones Meia Pataca y Mina Inglesa. En la mina III la mineralización se halla en la base de metasedimentos próxima al contacto con las unidades máficas volcánicas. Hay tres zonas mineralizadas: las zonas inferior y superior muestran una distribución homogénea de oro, mientras que la zona intermedia es algo discontinua (Yamaoka y Araújo, 1988). Las reservas definidas, en 1994, sumaron 4,8 Mt, con un tenor medio de 10,12 g/t Au.

En la mina Nova, la mineralización de oro está asociada con una zona de esquistos carbonáticos, localmente en contacto

Associadas as rochas máficas e ultramáficas do Supergrupo Rio das Velhas ocorrem depósitos de agalmatolito (rocha pirofilitosa), que têm amplo uso na indústria cerâmica (50% da produção). As reservas dos diferentes depósitos ocorrentes no Estado de Minas Gerais, único produtor, totalizaram 300 mil toneladas em 1997, e a produção, no mesmo ano, alcançou 160 mil toneladas (Lara Filho, 1997).

Aos *greestones belts* de Pium-hí e Fortaleza de Minas, cujas seqüências foram datadas em torno de 3.0 Ga (Noce, 1995), estão associados os depósitos de cromita de Pium-hí e os depósitos de Ni de Morro do Níquel e o Ni-Cu-Co-EGP +Au de O'Toole em Fortaleza de Minas.

O depósito de Morro do Níquel está associado a um corpo de peridotito serpentizado e contém reservas de 2,2 Mt de minério, das quais de 710 mil toneladas são de reservas medidas, com teor de 1,08%Ni. O depósito de Ni-Cu-Co-PGE+Au de O'Toole está hospedado numa unidade da suite komatiítica que consiste de olivina peridotito, peridotito, piroxenito e basalto, metamorfozada em fácies xistos-verdes. A mineralização consta de pirrotita, pentlandita, calcopirita, cobaltita e MPG + Au em minérios brechado, disseminado, bandado ou *stringer*. As reservas totalizam 6,6 Mt de minério com teores de 2,2% Ni, 0,4% Cu, 0,05% Co e 1,2 ppm MGP+Au (Dardenne e Schobbenhaus, 2000).

O *greenstone belt* de Crixás (Maciço de Goiás) encerra importantes jazimentos de ouro, como as minas III e Nova, além das ocorrências de Meia Pataca e Mina Inglesa. Na mina III a mineralização ocorre na base de metassedimentos próximo ao contato com as unidades máficas vulcânicas. Há três zonas mineralizadas: as zonas inferior e superior mostram uma distribuição homogênea em ouro, enquanto a zona intermediária é algo descontínua (Yamaoka e Araújo, 1988). As reservas definidas, em 1994, somaram 4,8 Mt, com um teor médio de 10,12 g/t Au.

Na mina Nova, a mineralização de ouro está associada com uma zona de xisto carbonatado, localmente em contato

con mármol, esquistos clorita-granate y vetas de cuarzo, acompañada por un halo de alteración carbonática de 3 a 9 m de espesor. Hay tres tipos de mineralización: tipo I, que consiste en una zona de 1,5 a 2,8 m de espesor de esquistos carbonáticos con pirrotina, arsenopirita y calcopirita diseminada; tipo II, que se sobrepone al tipo I, con 0,3 a 1,7 m de espesor de esquistos sericita-carbonato con arsenopirita diseminada; y tipo III que aparece raramente, bajo la forma de vetas de cuarzo con oro, arsenopirita y pirrotina diseminada. La explotación en la mina Nova es subterránea y las reservas, definidas en 1996, totalizaron 3 Mt, con un tenor de 6,0g/t Au.

En el depósito Meia Pataca, el cuerpo de mena M_1 está constituido por pirita, pirrotina, arsenopirita y oro, y contenido en una litología de naturaleza gráfica-carbonática. Probablemente, esta mineralización es el resultado de procesos exhalativos (singenéticos) e hidrotermales asociados con zonas de cizalla (Magalhães *et al.* 1988). Las reservas son del orden de 160.000 t de mena en roca alterada y 460.000 t en roca, con tenores de 2,25 y 2,20 g/t Au, respectivamente.

La Secuencia Santa Terezinha, correlacionada con la parte superior de los terrenos *greenstone belt* de Crixás, comprende metasedimentos pelíticos y metavolcanitas ultramáficas y ácidas interestratificadas, y encierra depósitos de esmeraldas que reciben el nombre de Santa Terezinha. Las gemas se hallan diseminadas en agregados en los esquistos talco-carbonáticos (metakomatiitas), con una aureola de alteración metasomática rica en micas potásicas, dolomita y pirita. Las mineralizaciones económicamente explotables forman un conjunto de cuerpos dispuestos discontinuamente en una faja submeridiana con una extensión de 1.700 metros. En base a estimaciones, a partir de las áreas trabajadas, se ha definido que, hasta 1987, se explotaron 180.000 t de roca mineralizada, conteniendo aproximadamente 110 a 115 t de esmeralda, de las cuales el 10% eran gemas lapidadas. Las reservas globales, incluyendo lo que fue extraído, alcanzan un total estimado de 300.000 t, con concentraciones de 600 a 700 g/t de gema (Costa y Sá, 1991).

com mármore, clorita-granada xisto e veios de quartzo, estando acompanhada por um halo de alteração carbonática com 9 a 12 metros de espessura. Há três tipos de mineralização: tipo I, que consiste de uma zona com 1,5 a 2,8 metros de espessura de xisto carbonatado com pirrotita, arsenopirita e cal-copirita disseminada; tipo II, que ocorre so-breposto ao tipo I, com 0,3 a 1,7 metro de espessura de sericita xisto carbonatado com arsenopirita disseminada; e tipo III que ocorre raramente, na forma de veios de quartzo com ouro, arsenopirita e pirrotita disseminada. A exploração em mina Nova é subterránea, e as reservas, definidas em 1996, totalizavam 3 milhões de toneladas, com teor de 6,0g/t Au.

O depósito de Meia Pataca ou corpo M_1 é constituído de pirita, pirrotita, arseno-pirita e ouro, e está contido num estrato lito-lógico de natureza gráfitosa-carbonatada. Provavelmente, esta mineralização é resultado de processos exalativos (singenéticos) e hidrotermais associados as zonas de cisa-lhamento (Magalhães *et al.* 1988). As reser-vas são da ordem de 160 mil toneladas de minério oxidado com teor de 2,55 g/t Au e 460 mil toneladas de minério não alterado, com teores de 2,2 g/t Au. Segundo Magalhães *et al.* (1998), a mineralização com extensão de 180 metros e 2 a 3 metros de espessura, encontra-se hospedada em xistos carbonosos calcíferos, no contato com gr-nada-cloritóide-clorita xistos. O minério ocorre na forma disseminada com pirita, arseno-pirita e pirrotita associadas a processos de alteração hidrotermal.

A Seqüência Santa Terezinha, compreende talco-clorita xistos, xistos derivados de rochas ultramáficas, metatufos, metacherts, BIF's, muscovita-magnetita xistos e xistos gráfitosos sobrepostos ao embasamento granito-gnáissico e intrudidos pelo granito São João do Alegre. O conjunto da seqüência vulcano-sedimentar Santa Terezinha é alóctone, tendo sido transportada, deformada e metamorfizada durante o Transamazônico por volta de 2,0 GA (Biondi, 1990). A mineralização de esmeralda é *strata-bound* e contida nos níveis de talco xistos carbonatados (dolomita, calcita e ankerita) submetidos a metassomatose potássica seguida de flogopitização. A circulação dos fluidos hidrotermais foi guiada

Al desarrollo del *rift* continental se asociaron intrusiones de complejos máfico-ultramáficos, como los de Barro Alto y Niquelândia, los que dieron origen a mineralizaciones de níquel. El depósito de Barro Alto está situado en la zona ultrabásica parcialmente serpentizada del complejo, reconociéndose tres tipos de mineralización: 1) laterítica con alto contenido de Fe (34%) y níquel asociado con goethita; 2) serpentinitica, con bajo tenor de Fe (22%), cuyos principales minerales niquelíferos son aquellos del grupo garnierita-serpentina, tales como lizardita y antigorita; 3) mena transicional, que se presenta entre las mineralizaciones laterítica y serpentinitica, que contiene de 22 a 34% Fe, con el níquel asociado estrictamente a nontronita. Las reservas de mineralización niquelífera de Barro Alto fueron delimitadas en 72 Mt, con un tenor medio de 1,67% Ni (Baeta Júnior, 1986).

En Niquelândia, el depósito se sitúa en la zona ultrabásica del complejo, y es el resultado de la concentración residual desarrollada por la acción del intemperismo en las rocas de esta zona. Existen dos tipos de mineralización: garnierita, que resulta de la descomposición de piroxenita (con tenor de 0,05% Ni) y oxidada, formada a partir de la descomposición de peridotitas y dunitas (que contiene 0,30% Ni). La reserva de mineralización de níquel totaliza 60 Mt con un teor médio de 1,45% Ni (Pedroso y Schmaltz, 1986).

En la porción del Arco Magmático de Goiás que aparece en el mapa se halla como principal depósito el de Chapada. Se relaciona a una unidad volcano-sedimentaria compuesta por una secuencia psamo-pelítica y de anfíbolitas con cantidades variables de cuarzo y feldespato que representan, posiblemente, rocas volcánicas de composición gabroica a diorítica.

pelas zonas de cisalhamento, as esmeraldas sendo encontradas nas zonas de flogopitito ou de quartzo-carbonatos. Com base em estimativas, a partir das áreas lavradas, acredita-se que, até 1987, tenham sido exploradas 180 mil toneladas de rocha mineralizada, contendo aproximadamente 110 a 115 toneladas de esmeralda, das quais 10% foram de gemas lapidadas. As reservas globais, incluindo o que foi minerado, atingem um total estimado de 300 mil toneladas, com concentração de 600 a 700 gramas de gema por tonelada (Costa e Sá, 1991).

Ao desenvolvimento do *rift* continental associaram-se intrusões dos complexos máfico-ultramáficos, como os de Barro Alto e Niquelândia, os quais dão origem a mineralizações de níquel. O depósito de Barro Alto está situado na zona ultrabásica parcialmente serpentizada do complexo, sendo reconhecidos três tipos de minério: 1) laterítico com alto conteúdo de Fe (34%) e o níquel associado com goethita; 2) serpentinitico, com baixo teor de Fe (22%), cujos principais minerais niquelíferos são aqueles do grupo garnierita-serpentina, como lizardita e antigorita; e 3) minério transicional, ocorrendo entre os minérios laterítico e serpentinitico, que contém de 22 a 34% Fe, com o níquel associado estrictamente à nontronita. As reservas de minério niquelífero de Barro Alto foram avaliadas em 72 Mt, com teor médio de 1,67% Ni (Baeta Júnior, 1986).

Em Niquelândia, o depósito situa-se na zona ultrabásica do complexo, e resultou da concentração residual desenvolvida pela atuação do intemperismo nas rochas dessa zona. Existem dois tipos de minério: a garnierita, que é resultante da decomposição do piroxenito (com teor de 0,05% Ni) e o oxidado, formado a partir da decomposição de peridotitas e dunitas (que contém 0,30% Ni). A reserva de minério de níquel totaliza 60 Mt com um teor médio de 1,45% Ni (Pedroso & Schmaltz, 1986).

A porção do Arco Magmático de Goiás que aparece no mapa, apresenta como principal depósito o de Chapada. Relaciona-se a uma unidade vulcano-sedimentar composta de uma sequência psamo-pelítica e de anfíbolitos com quantidades variáveis de quartzo e feldspato que representam, possivelmente, rocha vulcânica de composição gabroica a diorítica.

Las evidencias de mineralización en superficie son inexistentes. Su detección se realizó por métodos geoquímicos, confirmados por sondeos. Las reservas de mineralización de cobre de Chapada totalizan 202,5 Mt, con ley media de 0,40%. En las reservas existentes, los metales contenidos totalizan 595,8 mil t de cobre, 61,4 t de oro y 38,1 t de plata (Silva y Sá, 1988).

A los 790 Ma, durante el evento pre-colisional, hubo generación de granitos sin a tardío-tectónicos, a los que se asocian depósitos de estaño, como los de la región de Ipameri. En este sector, la casiterita aparece siguiendo un capa encajado en esquistos. La mineralización es similar a un filón capa o a un depósito confinado a un estrato, y la casiterita aparece asociada a calcopirita, galena y pirita, además de cuarzo. A pesar de la morfología poco común, la mineralización es de origen hidrotermal. Las reservas son del orden de 680.000 t de mineral con 0,42% Sn, y se llegó a habilitar una mina subterránea en el lugar, para la explotación de la mena (Damasceno, 1988).

Con el levantamiento de la Faja de Plegamientos Brasília, comenzó la depositación del Grupo Bambuí en una cuenca del tipo *foreland*. Grandes depósitos de fosfato, Pb y Zn se formaron en el Grupo Vazante, que prácticamente constituye una transición entre el Grupo Paranoá (Mesoproterozoico) y el Grupo Bambuí (Neoproterozoico) (Dardenne y Schobbenhaus, 2000).

El depósito de silicatos de cinc de Vazante está relacionado con una gran falla N50°E/60°NO. Las mineralizaciones, en forma de willemita y calamina, presentan distribución irregular a lo largo de la falla y aparecen en forma de lentes y bolsones imbricados de mineral y dolomita (Dardenne y Freitas-Silva, 1999).

La mineralización de willemita está dividida en dos segmentos principales: en el sur aflora, y en el norte no se manifiesta en superficie.

El segmento sur se presenta en forma de varios bloques dislocados por fallas transversales de pequeño rechazo, con espeosres que varían de uno a 10 m,

As evidências da mineralização em superfície são inexistentes. Sua detecção ocorreu por métodos geoquímicos, confirmados por sondagens. As reservas de minério de cobre de Chapada totalizam 202,5 Mt, com teor médio de 0,40%. Nas reservas existentes, os metais contidos totalizam 595,8 mil toneladas de cobre, 61,4 t de ouro e 38,1 t de prata (Silva e Sá, 1988).

Em 790 Ma, durante o evento pré-colisional, houve geração de granitos sin a tardíotectônicos, aos quais se associam depósitos de estanho, como os da região de Ipameri. Neste setor, a cassiterita ocorre segundo um leito encaixado em xistos. A mineralização é similar a um filão-camada ou a um depósito confinado em estratos, e a cassiterita aparece associada a calcopirita, galena e pirita, além de quartzo. Apesar da morfologia incomum, a mineralização é de origem hidrotermal. As reservas são da ordem de 680 mil toneladas de minério a 0,42% Sn, e uma mina subterránea chegou a ser implantada no local, visando a exploração do minério (Damasceno, 1988).

Com o levantamento da Faixa de Dobramentos Brasília, começou a deposição do Grupo Bambuí em uma bacia do tipo *foreland*. Grandes depósitos de fosfato, Pb e Zn foram formados no Grupo Vazante, que praticamente constitui a transição entre o Grupo Paranoá (Mesoproterozóico) e o Grupo Bambuí (Neoproterozóico) (Dardenne e Schobbenhaus, 2000).

O depósito silicatado de zinco de Vazante está relacionado a uma grande falha N50°E/60°NW. As mineralizações, na forma de willenita e calamina, apresentam distribuição irregular ao longo da falha e ocorrem na forma de lentes e bolsões imbricados de minério e dolomita (Dardenne e Freitas-Silva, 1999).

O minério willemítico é dividido em dois segmentos principais: o sul aflorante, e o norte, sem ocorrência em superfície.

O segmento sul apresenta-se na forma de vários blocos deslocados por falhas transversais de pequeno rejeito, com espessuras variando de 1 a 10 metros,

a veces con intercalaciones de dolomías. El segmento norte, no aflorante, está separado del sur por una falla transversal. Se lo reconoce a lo largo de 1.500 m, con espesor variable entre 2 y 15 metros. La mineralogía de los cuerpos es simple, apareciendo willemita con hematita asociada a pequeñas concentraciones de esfalerita, galena, cerusita y calcosina. Los sulfuros corresponden a una mineralización posterior que corta a la willemita. La mineralización de calamina se localiza siempre al este, junto o próxima a la de willemita. Presenta aspecto terroso y los minerales más comunes son hemimorfita e hidrocincita (Rigobello *et al.*, 1988). Las reservas parciales de Vazante totalizan 8,5 Mt con 23% Zn.

El depósito de sulfuros de cinc-plomo de Morro Agudo está asociado con rocas carbonáticas del Grupo Vazante. La mineralización, esencialmente disseminada, consiste en esfalerita y galena con piritita y baritina subordinadas, que se encuentran en brechas de dolareniscas de grano mediano a grueso y dolomías de ambiente de arrecife. La estructura es una feição geológica de mucha importancia en la mina debido a su interferencia en la extracción de mineral. Los estratos mineralizados tienen dirección general NE (N10°-20°E en el sector este, hasta N40°-50°E en el sector sur), con inclinación media de 20° NO. El yacimiento está limitado en su porción NE por una falla N15°-20°E/75°NO. Esta falla tiene un rechazo vertical de 35 m y es el elemento principal de un sistema de fallas que, sistemáticamente, rebaja el bloque SO del depósito. Las reservas de Morro Agudo totalizan 17,5 Mt con 5,14% Zn, 1,53% Pb y 300 ppm Cd (Romagna y Costa, 1988).

Los depósitos de fosfato de Rocinha y Lagamar, situados en la porción oeste de la Provincia Brasília-São Francisco, están ubicadas en la porción basal del Grupo Vazante (Proterozoico medio-superior), integrante de la zona externa de la Faja de Plegamientos Brasília. Las fosforitas, asociadas a pizarras carbonosas y carbonáticas, intensamente microplegadas, aparecen en forma de fosfareniscas y fosfalutitas, de color gris oscuro.

às vezes com intercalações de dolomitos. O segmento norte, não aflorante, é separado do sul por uma falha transversal. É conhecido ao longo de 1.500 metros, com espessura variando de 2 a 15 metros.

A mineralogia dos corpos é simples, ocorrendo willemita com hematita associada a pequenas concentrações de esfalerita, galena, cerussita e calcosina. Os sulfetos correspondem a uma mineralização posterior que corta a willemita. O minério calamínico localiza-se sempre a leste, junto ou próximo ao minério willemítico. Apresenta aspecto terroso e os minerais mais comuns são hemimorfita e hidrozincita (Rigobello *et al.*, 1988). As reservas parciais de Vazante totalizam 8,5 Mt de minério com 23% Zn.

O depósito de sulfetos de zinco-chumbo de Morro Agudo está associada com rochas carbonáticas do Grupo Vazante. A mineralização essencialmente disseminada, consiste de esfalerita e galena com piritita e barita subordinada encontradas em brechas de dolarenitos de granulação média a grossa e dolomitos de ambiente recifal. A estrutura é uma feição geológica de muita importância na mina devido à sua interferência na extração de minério. As camadas de minério têm direção geral NE (N10°-20°E no setor leste, até N40°-50°E no setor sul), com mergulho médio de 20°NW. O jazimento é limitado em sua porção NE por uma falha N15°-20°E/75°NW. Esta falha tem um rejeito vertical de 35 metros e é o elemento principal de um sistemas de falhas que, sistemática-mente, rebaixa o bloco SW da jazida. As reservas de Morro Agudo totalizam 17,5 Mt de minério com 5,14% Zn, 1,53% Pb e 300 ppm Cd (Romagna e Costa, 1988).

Os depósitos de fosfato de Rocinha e Lagamar, situados na porção oeste da Província Brasília-São Francisco, estão inseridas na porção basal da Grupo Vazante (Proterozóico Médio-Superior), integrante da zona externa da Faixa de Dobramentos Brasília. Os fosforitos, associados a ardósias carbonosas e carbonáticas intensamente microdobradas, ocorrem na forma de fosfarenitos e fosfalutitos de cores cinza-escuro.

Las fosfareniscas están constituidas por intraclastos y *pellets* fosfatados, inmersos en una matriz de fosfomicrita criptocristalina, a veces envueltos por cemento de apatita microcristalina prismática. El mineral preponderante es una fluorapatita, resultante de la lixiviación de CO₂ de carbonato-fluorapatita original realizada por los fluidos relacionados al metamorfismo y al intemperismo, culminando con el desarrollo de apatitas ricas en aluminio y estroncio de tipo wavellita. El origen de los fosfatos se relaciona con el desarrollo de materia orgánica en condiciones físico-químicas transicionales entre un ambiente reductor y un ambiente oxidante, en un ambiente marino de aguas frías relativamente profundas. Las reservas del depósito de Lagamar son del orden de 5 Mt con 30-35% P₂O₅, mientras que las del depósito de Rocinha totalizan 415 Mt con 10-15% P₂O₅ (Dardenne *et al.*, 1997).

El evento tardícolisional (630 Ma) se manifestó por corrimientos de las unidades Araxá, Ibiá e Canastra sobre rocas de los grupos Vazante y Bambuí. Muchos depósitos de oro están asociados a zonas de cizalla de alto y bajo ángulo, entre ellos el depósito de Morro do Ouro, en la zona externa de la Faja de Plegamientos Brasília.

El depósito de Morro do Ouro está encajado en filitas carbonáticas de la Formación Paracatu (Grupo Canastra) que cabalgan rocas del Grupo Vazante. Las rocas de esta Formación fueron deformadas y metamorfizadas en facies esquistos verdes y muestran plegamientos intrafoliados, isoclinales y recumbentes relacionados con un monoclinial asociado a una *thrust fault* de gran amplitud y orientación N10°O/15°SO. Esta falla desarrolla una zona de cizalla dúctil-frágil acompañada por foliación milonítica y *boudinage* de las vetas de cuarzo. El oro se disemina en segregaciones de cuarzo metamórfico (*boudins*), junto con arsenopirita, pirita, esfalerita, galena, siderita y sericita. Las partículas de oro están más concentradas en las márgenes de los *boudins* y en las proximidades de las especies con sulfuros y carbonatos. La alteración hidrotermal se restringe a los *boudins*, donde los principales procesos son piritización, sideritización y sericitización. El oro normalmente está libre en el cuarzo,

Os fosfarenitos são constituídos por intraclastos e *pellets* fosfatados, imersos em matriz de fosfomicrita criptocristalina, às vezes envolvidos por cimento fibroso de apatita microcristalina prismática. O mineral preponderante é uma fluorapatita, resultante da lixiviação do CO₂ do carbonato-fluorapatita original, pelos fluidos relacionados ao metamorfismo e ao intemperismo, culminando com o desenvolvimento de apatitas ricas em alumínio e estrôncio do tipo wavelita. A origem dos fosfatos é relacionada a evolução da matéria orgânica em condições físico-químicas transicionais entre um ambiente redutor e um ambiente oxidante, num ambiente marinho de águas frias, relativamente profundas. As reservas do depósito de Lagamar são da ordem de 5 Mt com 30-35% P₂O₅, enquanto as do depósito de Rocinha totalizam 415 Mt com 10-15% P₂O₅ (Dardenne *et al.*, 1997).

O evento tardícolisional (630 Ma) manifestou-se por empurrões de *nappes* das unidades Araxá, Ibiá e Canastra sobre rochas dos grupos Vazante e Bambuí. Muitos depósitos de ouro estão associados as zonas de cisalhamento de alto e baixo ângulo, entre estes, o depósito de Morro do Ouro, na zona externa da Faixa de Dobramentos Brasília.

O depósito de Morro do Ouro está encaixado em filitas carbonáticas da Formação Paracatu (Grupo Canastra) que cavalgam rochas do Grupo Vazante. As rochas dessa formação foram deformadas e metamorfizadas na fácies xistos-verdes e mostram dobramentos intrafoliais, isoclinais e recumbentes relacionados a uma monoclinial associada a uma *thrust fault* de grande amplitude e orientação N10°W/15°SW. Esta falha desenvolve uma zona de cisalhamento dúctil-rúptil acompanhada de foliação milonítica e *boudinage* dos veios de quartzo. O ouro está disseminado em segregações de quartzo metamórfico (*boudins*), junto com arsenopirita, pirita esfalerita, galena, siderita e sericita. As partículas de ouro estão mais concentradas nas margens dos *boudins* e nas proximidades das espécimes sulfetadas e carbonatadas. A alteração hidrotermal está restrita aos *boudins*, onde os principais processos são piritização, sideritização e sericitização. O ouro normalmente está livre no quartzo,

aunque una pequeña cantidad se asocia a los sulfuros. La ley media de oro en los *boudins* es 2,5 gramos por tonelada. En la mena, el tenor es muy bajo, del orden de 0,45 g/t Au. Asimismo, la producción está en alrededor de 8 t/año Au, y las reservas exceden 250 t (Dardenne y Schobbenhaus, 2000).

Al final del segundo evento colisional se produjeron intrusiones tardío y postectónicas de granitos y rocas máfico-ultramáficas. Al evento se relacionan los complejos máfico-ultramáficos de Americano do Brasil, Mangabal I y II que contienen mineralizaciones de níquel, cobre y cobalto.

El Complejo Americano do Brasil es un pequeño plutón elongado, estratificado y metamorizado, que consiste en unidades cumulares variando de norita a dunita. Sulfuros de Ni-Cu forman cuerpos de mineralización diseminada a maciza encajados en piroxenita-melanorita. Los sulfuros son pirrotina, pentlandita, calcopirita y, subordinadamente, piritita y cubanita asociados con intercrecimientos de espinelo cromífero-magnetita cromífera o con magnetita. Los cuerpos de mena de sulfuros presentan una ley media de 0,62% Ni y 0,65% Cu, y las reservas totales de Americano do Brasil están próximas a los 5 Mt (Nilson *et al.*, 1986).

Las unidades Araxá, Serra da Mesa, Araí, Paranoá y Bambuí son portadoras de rocas carbonáticas en el Estado de Goiás y en el Distrito Federal. Los Grupos Araxá y Bambuí representan las dos principales unidades estratigráficas portadoras de rocas carbonáticas en el área en cuestión. Las cuatro fábricas de cemento existentes en esa región utilizan materia prima proveniente de esas unidades. El Estado de Goiás y el Distrito Federal poseen reservas medidas en torno de un billón de toneladas. Las cuatro fábricas de cemento produjeron, en 1985, 1,9 Mt de cemento *portland* (Sá, 1997).

Los terrenos más antiguos relacionados a los Supergrupos Velhas y Minas, así como unidades más jóvenes tales como el Grupo Bambuí en el borde del Cratón São Francisco, fueron afectados por

embora uma pequena quantidade esteja associada aos sulfetos. O teor médio de ouro nos *boudins* é de 2,5 g/t Au. No minério, o teor é muito baixo, da ordem de 0,45 g/t Au. Mesmo assim, a produção está em torno de 8 t/ano Au, e as reservas excedem 250 t (Dardenne e Schobbenhaus, 2000).

No fim do segundo evento colisional ocorreram intrusões tardi e pós-ectônicas de granitos e rochas máfico-ultramáficas. Ao evento se relacionam os complexos máfico-ultramáficos de Americano do Brasil, Mangabal I e II que encerram mineralizações de níquel, cobre e cobalto.

O Complexo Americano do Brasil é um pequeno plúton alongado, acamadado e metamorizado, que consiste de unidades cumuladas variando de norito a dunito. Sulfetos de Ni-Cu formam corpos de minério diseminado a maciço encaixados em piroxenito-melanorito. Os minerais sulfetados são pirrotita, pentlandita, calcopirita e, subordinadamente, piritita e cubanita associados com intercrecimentos de espinélio cromífero-magnetita cromífera ou com magnetita. Os corpos de minério sulfetado apresentam uma média de 0,62% Ni e 0,65% Cu, e as reservas totais de Americano do Brasil são próximas a 5 Mt (Nilson *et al.*, 1986).

As unidades Araxá, Serra da Mesa, Araí, Paranoá e Bambuí são portadoras de rochas carbonáticas no Estado de Goiás e no Distrito Federal. Os grupos Araxá e Bambuí representam as duas principais unidades estratigráficas portadoras de rochas carbonáticas na área em foco. As quatro fábricas de cemento existentes nessa região utilizam matéria-prima proveniente dessas unidades. O Estado de Goiás e o Distrito Federal possuem reservas medidas em torno de 1 bilhão de toneladas. As quatro fábricas de cemento produziram, em 1985, 1,9 Mt de cemento *portland* (Sá, 1997).

Os terrenos mais antigos relacionados aos supergrupos Velhas e Minas, bem como unidades mais jovens tais como o Grupo Bambuí na borda do Cratón São Francisco, foram

la deformación y el metamorfismo del Cinturón Plegado Araçuí. En esos terrenos, los depósitos de grafito de la región de Itapecirica, Estado de Minas Gerais, están entre los principales recursos minerales del área. La mineralización aparece en las localidades de Água Limpa, Tejuco Preto, Bambuí y Cafofo; la principal hipótesis para la génesis de esos depósitos es la de la grafitización de estratos carbonosos, oriundos de restos de algas, sometidos a sucesivas fases de metamorfismo, adquiriendo así un mayor grado de cristalización. Las reservas de estos depósitos totalizan 592.000 t, con tenor medio de 21,72% C (Morais, 1997).

PROVINCIA ATLÁNTICA

La provincia Atlántica está configurada por las unidades tectónicas que se hallan en la porción sud-occidental y sud-oriental del Cratón de São Francisco, en el dominio oriental del bloque Paraná y al sur del Bloque Luís Alves. En el sudoeste del Cratón de São Francisco existe una extensión meridional de la Faja Brasília, de estructura NO y, que al sudeste del cratón, se encuentra afectada por las estructuras NE del cinturón Ribeira. El cinturón Dom Feliciano en el sudoeste de la provincia se agregó a los bloques Luís Alves y Curitiba y ellos también delimitan, en este dominio, el cinturón Ribeira.

La porción de la Faja Brasília define un sistema de *nappes* de cabalgamiento, cuyo terreno superior – *Nappes* de Empurrão de Guaxupé – representa una asociación de margen activo (raíz de arco magmático calcoalcalino), bajo condiciones metamórficas de alta temperatura (~630 Ma). El terreno intermedio representa una pila de *nappes* de metapelitas y de metagrauvasas volcánicas provenientes de un margen activo neoproterozoico.

El cinturón Ribeira comprende una extensa faja lineal NE, donde las unidades están basculadas longitudinalmente hacia el SO. El extremo sudoeste del cinturón se sitúa en el núcleo del arco de Ponta Grossa.

a deformação e metamorfismo do Cinturão Dobrado Araçuí. Nesses terrenos, os depósitos de grafita da região de Itapecirica, Estado de Minas Gerais, estão entre os principais recursos minerais da área. A mineralização ocorre nas localidades de Água Limpa, Tejuco Preto, Bambuí e Cafofo, sendo a principal hipótese para gênese desses depósitos o da grafitização de camadas carbonosas, oriundas de restos de algas, submetidas a sucessivas fases de metamorfização, adquirindo assim um maior grau de cristalização. As reservas desses depósitos totalizam 592 mil toneladas, com teor médio de 21,72% C (Morais, 1997).

PROVÍNCIA ATLÂNTICA

A Província Atlântica está configurada pelas unidades tectônicas que ocorrem na porção sul-occidental e sul-oriental do Cratón do São Francisco, no domínio oriental do bloco Paraná e a sul do Bloco Luís Alves. No sudoeste do Cratón do São Francisco ocorre a extensão meridional da Faixa Brasília, de estrutura NW e, que a sudeste do cratón, encontra-se afetada pelas estruturas NE do cinturão Ribeira. O cinturão Dom Feliciano no sudoeste da província, agregou-se aos blocos Luís Alves e Curitiba e estes também delimitam, neste domínio, o cinturão Ribeira.

A porção da Faixa Brasília define um sistema de *nappes* de cabalgamento, cujo terreno superior – *Nappes* de Empurrão de Guaxupé – representa uma associação de margem ativa (raiz de arco magmático cálcio-alcalino), sob condições metamórficas de alta temperatura (~630 Ma). O terreno intermediário representa uma pilha de *nappes* de metapelitos e de metagrauvasas vulcanoclásticas provenientes de uma margem ativa neoproterozóica.

O cinturão Ribeira compreende uma extensa faixa linear NE, onde as unidades crustais estão longitudinalmente basculadas para SW. O extremo sudoeste do cinturão situa-se no núcleo do arco de Ponta Grossa.

Hacia el norte se exponen unidades gnéissicas paleoproterozoicas de composición charnockítico-enderbítica, afectadas por metamorfismo granulítico neoproterozoico (~570 Ma). Se interdigitan tectónicamente con metasedimentos (Complejo Embu y Paraíba do Sul) que de condiciones de anatexis pasan, al sudoeste, a secuencias depositacionales de un margen continental carbonático con algunos sedimentos terrígenos (Supergrupo Açungui y Grupo São Roque).

En la base de esas unidades se encuentran secuencias metavolcano-sedimentarias de bajo grado metamórfico, relacionadas con basaltos de fondo oceánico y con arcos insulares (Secuencia Perau y Grupo Serra de Itaberaba). Un magmatismo granítico (670-630 Ma) corta esas secuencias y representa la inversión a un ambiente de margen activo. Al SE la granitogénesis pasa a plutones peraluminosos y metaluminosos (570-550 Ma) controlados por zonas de cizalla transcurrente dextral.

En el interior del arco de Ponta Grossa y en dirección al sur, se hallan como cuñas los dominios tectónicos Curitiba y Luís Alves. El primero está constituido por gneises y migmatitas paleoproterozoicos (Complejo Atuba), que fueron retrabajados (605 ± 10 Ma), cuando choca con el dominio granulítico (Complejo Granulítico Santa Catarina) del bloque Luis Alves.

El cinturón Dom Feliciano consta de una secuencia metavolcano-sedimentaria (Grupo Brusque), deformada, metamorfizada y cortada por granitoides (800 a 600 Ma). Representa una faja de plegamiento que chocó contra el bloque Luís Alves (535 Ma), cabalgando la cuenca de *foreland* Itajaí de 600-560 millones de años. Las cuencas similares a la cuenca de Itajaí, como las de Campo Alegre y Gauratubinha, poseen volcanismo y un plutonismo granítico de afinidad alcalina-peralcalina de edad 500 millones de años.

La producción de minerales de esta provincia está relacionada en forma amplia con los minerales y rocas industriales y materiales de uso directo en la construcción civil. La provincia también es productora, en forma más localizada, de plomo, plata, oro y manganeso.

Para norte expõem-se unidades gnáissicas paleoproterozóicas de composição charnoquito-enderbítica, afetadas por metamorfismo granulítico neoproterozóico (~570 Ma). Interdigitam-se tectonicamente com metassedimentos (Complexo Embu e Paraíba do Sul) que, de condições de anatexia passam, a sudoeste, para seqüências deposicionais de uma margem continental carbonática com lobos terrígenos (Supergrupo Açungui e Grupo São Roque).

Na base dessas unidades ocorrem seqüências metavolcano-sedimentares de baixo grau metamórfico, relacionadas a basaltos de fundo oceânico e a arcos insulares (Seqüência Perau e Grupo Serra de Itaberaba). Um magmatismo granítico (670-630 Ma) corta essas seqüências e representa a inversão para um ambiente de margem ativa. A SE a granitogênese passa para plutons peraluminosos e metaluminosos (570-550 Ma) controlados por zonas de cisalhamento transcorrente dextral.

No interior do arco de Ponta Grossa e, em direção a sul, ocorrem como cunhas os domínios tectônicos Curitiba e Luís Alves. O primeiro é constituído gnaisses e migmatitos paleoproterozóicos (Complexo Atuba), que foram retrabalhados (605 ± 10 Ma), quando do choque com o domínio granulítico (Complexo Granulítico Santa Catarina) do bloco Luis Alves.

Do cinturão Dom Feliciano consta uma seqüência metavolcano-sedimentar (Grupo Brusque), deformada, metamorfizada e cortada por granitóides (800 a 600 Ma). Representa uma faixa de dobramento que chocou-se contra o bloco Luís Alves (535 Ma), cavalgando a bacia de *foreland* Itajaí de 600-560 Ma. As bacias similares à bacia de Itajaí, como as de Campo Alegre e Gauratubinha, possuem vulcanismo e um plutonismo granítico de afinidade alcalina-peralcalina de idade 500 Ma.

A produção dos bens minerais dessa província está relacionada de forma ampla aos minerais e rochas industriais e materiais de uso direto na construção civil. A província também é produtora, de forma mais localizada de chumbo, prata, ouro e manganês .

La Faja de Plegamientos Ribeira es la continuación de los cinturones Brasília y Araçuí, y tiene como característica la presencia de sistemas de fallas longitudinales subverticales, representando zonas de cizalla dextrales, con dislocamientos locales del orden de decenas de kilómetros. Los principales recursos minerales de este cinturón son: 1) depósito de Pb-Ag del tipo Perau en los Complejos Perau/Águas Claras del Mesoproterozoico; 2) depósito Pb-Ag del tipo Pannels relacionado con los Subgrupos Lageado e Itaioaca, de edad mesoproterozoica-neoproterozoica; 3) depósitos de tungsteno asociado con la intrusión granítica de Itaoca; 4) depósito de fluorita *strabound* de Sete Barras; 5) depósitos de talco.

El depósito de plomo y plata de Perau es de tipo estratiforme y se asocia a rocas carbonáticas con variaciones complejas de facies pertenecientes a la parte inferior del Complejo Embu (Mesoproterozoico). Las observaciones en subsuperficie y los sondeos evidencian que la mineralización se extiende 800 m siguiendo la dirección de los estratos y 120 m según la inclinación de los mismos. Dentro de ella, el cuerpo mineralizado principal tiene 350 m por 120 metros. Este cuerpo principal fue subdividido en *ore shoots* o *bonanzas* siguiendo el engrosamiento o adelgazamiento de los estratos. Está compuesto por muchos estratos con espesores que varían de decímetros a algunos metros dentro de un horizonte de hasta 10 metros. Se reconocen tres tipos de mineralización: maciza, brechada, y diseminada, que pueden aparecer juntos o aisladamente. Los minerales de mena son principalmente galena, pirita y esfalerita, y pequeños contenidos de calcopirita que pueden ser vistos a ojo desnudo; al microscopio se pueden observar además pirrotina, marcasita y tetraedrita. La plata no se observa como mineral, existiendo probablemente como mezcla isomórfica en la tetraedrita o en la galena. Los minerales de ganga están prácticamente ausentes y se registran apenas pequeñas cantidades de cuarzo y baritina. Las reservas totales, conforme a una evaluación de 1983, suman 703.000 t, con tenores de 4,62 a 4,73% Pb y 56,66 g/t Ag (Silva *et al.* 1988).

A Faixa de Dobramentos Ribeira é a continuação dos cinturões Brasília e Araçuí, e que tem como característica a presença de sistemas de falhas longitudinais subverticais, representando zonas de cisalhamento dextrais, com deslocamentos locais da ordem de dezenas de quilômetros. Os principais recursos minerais deste cinturão, são: 1) depósito de Pb-Ag do tipo Perau nos complexos Perau/Águas Claras do Mesoproterozóico; 2) depósito Pb-Ag do tipo Pannels relacionado aos subgrupos Lageado e Itaioaca, de idade mesoproterozóica-neoproterozóica; 3) depósitos de tungstênio associado a intrusão granítica de Itaoca; 4) depósito de fluorita *estrabound* de Sete Barras; e 5) depósitos de talco.

O depósito de chumbo e prata do Perau é do tipo estratiforme e ocorre associado a rochas carbonáticas com variações complexas de fácies pertencentes a parte inferior do Complexo Embu (Mesoproterozóico). As observações em subsuperfície e em furos de sonda evidenciam que a mineralização se estende 800 metros segundo a direção das camadas e 120 metros segundo a mergulho das mesmas. Dentro dela, o corpo mineralizado principal tem 350 metros por 120 metros. Este corpo principal foi subdividido em *ore shoots* ou *bonanzas* segundo o espessamento ou adelgaçamento das camadas. Ele é composto de muitas camadas com espessuras que variam de decímetros a alguns metros dentro de um horizonte de até 10 metros. São reconhecidos três tipos de minério: maciço, brechado, e disseminado, que podem ocorrer juntos ou isoladamente. Os minerais de minério são principalmente a galena, pirita e a esfalerita, e pequenos conteúdos de calcopirita que podem ser vistos a olho nu; ao microscópio podem ser observados ainda pirrotita, marcasita e tetraedrita. A prata não é observada como mineral, ocorrendo provavelmente como mistura isomórfica na tetraedrita ou na galena. Os minerais de ganga estão praticamente ausentes e apenas pequenas quantidades de quartzo e barita são registrados. As reservas totais, conforme avaliação de 1983, somam 703 mil toneladas, com teores de 4,62 a 4,73% Pb e 56,66 g/t Ag (Silva *et al.* 1988).

La mina de plomo Pannels se halla en una secuencia correlacionable con el Supergrupo Açungui (Neoproterozoico), que se caracteriza por un horizonte carbonático que infrayace a filitas y calcifilitas y está sobrepuesto ya sea a cuarcitas o a esquistos cuarzosos. Este conjunto sufrió fuerte plegamiento isoclinal, acompañado de metamorfismo regional de facies esquistos verdes a anfíbolita. El área de la mina tiene como característica una estructura isoclinal de eje N60°E, cuyo cierre periclinal, como así también su ala noroeste, fueron cortados por la intrusión del Granito Itaoca. Dos horizontes de calizas separados por esquistos sericíticos constituyen la secuencia sedimentaria de la mina. Solamente el calcáreo inferior contiene mineralización económica, y presenta dos facies distintas: un calcáreo negro y otro más claro. La mineralización, aún cuando se halle en las dos facies, está más concentrada en el calcáreo negro.

Las dimensiones de los cuerpos de mena son muy variables: la extensión horizontal varía entre 5 y 800 m, en tanto que la vertical varía de 15 a 182 metros. La mena de Pannels presenta una granulación fina, y aún cuando se la considera gruesa no constituye cristales mayores que dos centímetros. Conforme a su composición predominante se puede hacer una separación de los cuerpos mineralizados en tres tipos: 1) pirrotina y galena; 2) pirita y galena; 3) galena. Desde 1939 hasta 1982 inclusive, la mina produjo cerca de 130.000 t de mena, conteniendo 90.300 t de plomo. La plata se halla como subproducto, con tenor medio de 120 gramos por tonelada. A la fecha, la producción es de 13.000 t/año con 650 t de plata contenida, estando en fase de agotamiento (Zoccareli, 1988).

Existen tres tipos principales de fluorita en la Provincia Atlántica: 1) estratiforme; 2) relleno de fracturas; 3) asociados a rocas alcalinas y/o carbonatitas. Los dos primeros tipos están relacionados con mineralizaciones proterozoicas, y las últimas a la Provincia Cuenca del Paraná (Cretácico).

A mina de chumbo de Pannels ocurre em uma seqüência correlacionável ao Supergrupo Açungui (Neoproterozóico), que caracteriza-se por um horizonte carbonático sotoposto a filitos e calcifilitos e sobrepuesto, ora a quartzitos ora a quartzo xistos. Este conjunto sofreu forte dobramento isoclinal, acompanhado de metamorfismo regional da fácies xistos-verdes a anfíbolito. A área da mina tem como característica a estrutura isoclinal de eixo N60°E, cujo fechamento periclinal bem como sua aba noroeste fora cortadas pela intrusão do Granito Itaoca. Dois horizontes de calcários separados por sericita xistos constituem a seqüência sedimentar da mina. Somente o calcário inferior contém mineralização econômica, e apresenta duas fácies distintas: um calcário negro e outro mais claro. A mineralização ainda que ocorra nas duas fácies, está mais concentrada no calcário negro.

As dimensões dos corpos de minério são muito variáveis: a extensão horizontal varia entre 5 e 800 metros, enquanto na vertical varia de 15 a 182 metros. O minério de Pannels apresenta uma granulção fina e mesmo quando considerada grossa não comporta cristais maiores que dois centímetros. Conforme sua composição predominante pode-se fazer a separação dos corpos mineralizados em três tipos: 1) pirrotita e galena; 2) pirita e galena; e 3) galena. De 1939 até 1982 inclusive, a mina produziu cerca de 130 mil toneladas de minério, contendo 90.300 toneladas de chumbo. A prata ocorre como subproduto, com teor médio de 120 g/t Ag. Atualmente, a produção é de 13.000 t/ano com 650 toneladas de chumbo contido, estando em fase de exaustão (Zoccareli, 1988).

Existem três tipos principais de fluorita na Província Atlântica: 1) estratiforme; 2) preenchimento de fraturas; e 3) associados a rochas alcalinas e/ou carbonatitos. Os dois primeiros tipos estão relacionados a mineralizações proterozóicas, e as últimas a Província Bacia do Paraná (Cretáceo).

El depósito de fluorita de Sete Barras es típicamente estratiforme y se encuentra intercalado en una secuencia arcilloso-carbonática del Supergrupo Açungui del Neoproterozoico. La mineralización aparece siguiendo una faja continua orientada ENE-OSO, con una extensión aproximada de 2.000 metros. Esta faja está representada por intercalaciones de mena con metapelitas alteradas. En realidad, son repeticiones por plegamiento en la zona de charnela del plegamiento isoclinal. Un nivel de metachert y/o filitas silicosas limita el techo de la faja mineralizada. La mineralización primaria, epigenética, se originó a partir de disolución y sustitución de las calizas, por la migración de fluidos ricos en fluor durante la diagénesis. La mineralización primaria pasó por etapas evolutivas distinguidas por tipos de mena: micro y macrocristalina relacionadas con el metamorfismo regional; macrocristalina granular y remobilizada correlacionadas con el metamorfismo térmico del Granito Itaoca; y criptocristalina (coloforme) originada por carstificación supergénica. Las reservas del depósito totalizan 2,3 Mt de mena, con 40,63% CaF_2 (Fagundes, 1997).

El depósito de fluorita de Mato Dentro se caracteriza como un depósito de tipo estratiforme, encajado en metasedimentos carbonáticos del Supergrupo Açungui (Neoproterozoico), con marcada relación estratigráfica. Los trabajos de investigación detectaron dos cuerpos de mena: el cuerpo I, con extensión aproximada de 150 m, que en superficie muestra un espeso encaje de naturaleza coluvional. Está constituido principalmente por fluorita maciza, recristalizada macro y microcristalina, brechada, observándose, en menor proporción, mena silicificada. El cuerpo II aflora en pozos y trincheras por una extensión de 170 m, mostrándose concordante con la estratificación relicta mostrada por las calizas bandeadas y por los esquistos grafiticos. Las reservas explotables totalizan 1,6 Mt de mena, de las cuales 70% son explotables por labores subterráneas, con leyes de 38,9 a 43,55% CaF_2 (Jenkins, 1997).

O depósito de fluorita de Sete Barras é típicamente estratiforme e ocorre intercalado em seqüência argilo-carbonática da Supergrupo Açungui do Neoproterozóico. A mineralização ocorre segundo uma faixa contínua orientada ENE-WSW, com extensão aproximada de 2.000 metros. Esta faixa é representada por intercalações de minério com metapelitos alterados. Na realidade, são repetições por dobramento e sanfonamento na zona de charneira do dobramento isoclinal. Um nível de metachert e/ou filitos silicosos baliza o topo da faixa mineralizada. A mineralização primária, epigenética, originou-se a partir da dissolução e substituição dos calcários, pela migração de fluidos ricos em flúor, durante a diagênese. A mineralização primária passou por estágios evolutivos distinguidos por tipos de minério: micro e macrocristalino ligados ao metamorfismo regional; macrocristalino granular e remobilizado correlacionados ao metamorfismo térmico do Granito Itaoca; e criptocristalino (coloforme) originado por carstificação supergênica. As reservas do depósito totalizam 2,3 Mt de minério, com 40,63% CaF_2 (Fagundes, 1997).

O depósito de fluorita de Mato Dentro caracteriza-se como um depósito do tipo estratiforme, encaixado em metassedimentos carbonáticos do Supergrupo Açungui (Neoproterozóico), com marcante relação estratigráfica. Os trabalhos de pesquisa detectaram dois corpos de minério: o corpo I, com extensão aproximada de 150 metros, que à superfície mostra-se com espesso capeamento de natureza coluvionar. É constituído principalmente por fluorita maciça, recristalizada macro e microcristalina, brechada, observando-se, em menor proporção, minério silicificado. O corpo II aflora em poços e trincheiras por uma extensão de 170 metros, mostrando-se concordante com a estratificação reliquia mostrada pelos calcários bandados e pelos grafita xistos. As reservas lavráveis totalizam 1,6 Mt de minério, das quais 70% explotáveis por lavra subterrânea, com teores de 38,9 a 43,55% CaF_2 (Jenkins, 1997).

La manifestación Braz está encajada en metacalizas y calciesquistos de la Formación Votuverava del Supergrupo Açungui. El metacalcáreo puede constituir lentes dentro del calciesquisto y viceversa. En el lado este se encuentran diversas intercalaciones de metaconglomerados hasta el contacto con el granito intrusivo de Varginha. Esta manifestación es, en muchos aspectos, semejante a las manifestaciones estratiformes ya descritas, ya que se caracteriza por el relleno de fluorita en fracturas paralelas verticales de dirección N65°O que son casi perpendiculares a la foliación vertical de dirección N30°E del metacalcáreo encajante. Además de esto, diques alaskíticos de metros de largo cortan la mena o, en algunas situaciones, presentan interdigitaciones centimétricas infiltradas dentro de la mena fracturada. Esto evidencia que la mena es esencialmente anterior a la alaskita de edad brasiliana, sugiriendo que la edad de la mineralización sea mesoproterozoica. Las reservas de la manifestación de Braz totalizan 200.000 t, con tenor medio de 20% CaF₂ (Dardenne *et al.*, 1997).

Los principales yacimientos de talco de esta provincia se asocian a la Formación Capiru, de la base del Supergrupo Açungui. Esta secuencia metasedimentaria está representada por dolomías (dominantes en el área), filitas y cuarcitas, a las que se asocian cuerpos básicos concordantes (metabasitas). Además de éstos, varios cuerpos discordantes en forma de diques atraviesan las litologías mencionadas. Son cuerpos tabulares verticales a subverticales, representados por diabasas, que tienen espesores que varían de 30 a 60 metros. El talco se halla en forma de bolsones, normalmente en el contacto de las rocas dolomíticas con los diques de diabasa. Esos bolsones en general presentan pequeñas dimensiones, sobrepasando raramente 200 m de largo por 40 a 60 m de ancho. La Mina Manoel (mina Grande) constituye la única excepción en términos de dimensiones y relaciones de contacto, exhibiendo 700 m de largo por 200 m de ancho, y asociándose con metabasitas, cuarcitas y filitas, según una dirección NE-SO (Godoy, 1997). Las reservas de talco de la región totalizan 17,6 Mt, de las cuales 11,5 Mt son reservas medidas. La producción en 1973 alcanzó 230.000 t de talco (Lara Filho, 1997).

A ocorrência de Braz está encaixada em metacalcários e calcixistos da Formação Votuverava do Supergrupo Açungui. O metacalcário pode constituir lentes dentro do calcixisto e vice-versa. No lado leste encontram-se diversas intercalações de metaconglomerados até o contato com o granito intrusivo de Varginha. Esta ocorrência é, em muitos aspectos, semelhantes as ocorrências estratiformes já descritas, porém caracteriza-se pelo preenchimento de fluorita em fraturas paralelas verticais de direção N65°W que são quase perpendiculares à foliação vertical de direção N30°E do metacalcário encaixante. Além disso, diques alaskíticos de larguras métricas recortam o minério ou, em algumas situações, apresentam interdigitações centimétricas infiltradas dentro do minério fraturado. Isso evidencia que o minério é essencialmente anterior ao alaskito de idade brasiliana, sugerindo que a idade da mineralização seja Mesoproterozóica. As reservas da ocorrência do Braz totalizam 200 mil toneladas, com teor médio de 20% CaF₂ (Dardenne *et al.* 1997).

Os principais jazimentos de talco desta província associam-se a Formação Capiru, da base do Supergrupo Açungui. Esta seqüência metassedimentar é representada por dolomitos (dominantes na área), filitos e quartzitos, aos quais associam-se corpos básicos concordantes (metabasitos). Além desses, vários corpos discordantes em forma de diques atravessam as litologias em apreço. São corpos tabulares verticais a subverticais, representados por diabásio, tendo espessuras que variam de 30 a 60 metros. O talco ocorre em forma de bolsões, normalmente no contato das rochas dolomíticas com os diques de diabásio. Esses bolsões em geral apresentam pequenas dimensões, raramente ultrapassando 200 metros de comprimento por 40 a 60 metros de largura. A Mina Manoel (mina Grande) constitui a única exceção em termos de dimensões e relações de contato, exibindo 700 metros de comprimento por 200 metros de largura, e associando-se com metabasitos, quartzitos e filitos, segundo uma direção NE-SW (Godoy, 1997). As reservas de talco da região totalizam 17,6 Mt, das quais, 11,5 Mt de reservas medidas. A produção em 1973, totalizou 230 mil toneladas de talco (Lara Filho, 1997).

El Supergrupo Açungui y el Grupo São Roque engloban rocas carbonáticas que constituyen la tercera reserva brasileña con 1.300 millones de toneladas. Estas rocas forman la materia prima para la producción de correctivo de suelo y cal, y para las innumerables fábricas de cemento instaladas en la región.

El Grupo Brusque que caracteriza el Cinturón Dom Feliciano se compone de una secuencia volcano-sedimentaria en la que predominan las ritmitas areno-pelíticas, rocas carbonáticas, areniscas macizas y ritmitas pelíticas y, secundariamente, rocas básico-ultrabásicas (metagabros, metabasitas y esquistos magnesianos). Los principales yacimientos relacionados con el Grupo Brusque se asocian con rocas carbonáticas, e involucran a la industria cementera, principalmente en la región de Vidal Ramos. Además de ello son conocidos filones de cuarzo con oro que cortan los metasedimentos, como los de Carneiro Branco y Braço da Cristalina, que han sido explotados esporádicamente y constituyeron una de las fuentes de oro extraído por “garimpeiros” en aluviones recientes del río Itajaí-Mirim.

En la región de Ribeirão do Russo se observan ocurrencias de wolframita en esquistos y filitas de la secuencia. Estas ocurrencias fueron estudiadas por Silva *et al.* (1982) y comprenden 37 filones cuarzosos con wolframita, discontinuos, con rumbo medio N 40°E / 65°SE, la mayoría groseramente paralela a la foliación S₃ de la secuencia. Los filones presentan potencia decimétrica (media de 20 a 30 cm) y su mineralogía comprende cristales de wolframita, pirita, calcopirita, magnetita, limonita, oro. Las reservas totalizan 129 t WO₃ con tenor mínimo de 0,2% WO₃. El depósito wolframífero de Catinga también está alojado en metamorfitas del Grupo Brusque, hallándose junto a una falla que lo separa del Granito Valsungana. El depósito consta de filones cuarzo-pegmatoides con wolframita, de rumbos N60°-90°E, encajados siguiendo la foliación predominante S₁ en esquistos y gneises, distribuidos en un área de 0,12 kilómetros cuadrados. Se estima una reserva de 379 t WO₃ con tenor mínimo de 0,2% WO₃. El depósito de Catinga se está explotando de modo esporádico desde la

Os Supergrupo Açungui e Grupo São Roque englobam ainda rochas carbonáticas que constituem a terceira reserva brasileira com 1.300 Mt. Essas rochas constituem a matéria-prima para produção de corretivo de solo, cal e para as inúmeras fábricas de cimento instaladas na região.

O Grupo Brusque que caracteriza o Cinturão Dom Feliciano compõe uma seqüência vulcano-sedimentar em que predominam os ritmitos areno-pelíticos, rochas carbonáticas, arenitos maciços e ritmitos pelíticos e, secundariamente, rochas básico-ultrabásicas (metagabros, metabasitos e xistos magnesianos). Os principais jazimentos relacionados ao Grupo Brusque associam-se as rochas carbonáticas, e envolvem a indústria cimenteira, principalmente na região de Vidal Ramos. Além disso são conhecidos filões de quartzo com ouro que cortam os metassedimentos, como os de Carneiro Branco e Braço da Cristalina, que têm sido explotados esporadicamente e que constituem uma das fontes do ouro garimpado nas aluviões recentes do rio Itajaí-Mirim.

Na região do Ribeirão do Russo são observadas ocorrências de volframita em xistos e filitos da seqüência. Essas ocorrências foram estudados por Silva *et al.* (1982) e compreendem 37 filões quartzosos com wolframita, descontínuos, com atitude média N 40°E/65°SE, a maioria grosseiramente paralela à foliação S₃ da seqüência. Os filões apresentam possança decimétrica (média de 20 a 30 cm) e sua mineralogia compreende cristais de wolframita, pirita, calcopirita, magnetita, limonita, ouro. As reservas totalizam 129 t WO₃ com teor mínimo de 0,2% WO₃. O depósito wolframítico de Catinga também está contido em metamorfitos do Grupo Brusque, ocorrendo junto a uma falha que o separa do Granito Valsungana. O depósito consta de filões quartzo-pegmatóides com wolframita de atitudes N60°-90°E, encaixados segundo a foliação predominante S₁ em xistos e gnaisses, distribuídos por uma área de 0,12 km². Estima-se uma reserva de 379 t WO₃ com teor mínimo de 0,2% WO₃. O depósito da Catinga vem sendo explotada de modo esporádico desde a

década del '40 con trabajos de laboreo artesanal (Silva *et al.*, 1982a).

Con el cierre de la orogénesis se formaron las cuencas de *foreland* (Itajaí, Campo Alegre y Garatubinha) de edad neoproterozoica-eopaleozoica. Ellas comprenden secuencias de volcanitas intermedias (andesitas) y ácidas (riolitas), conglomerados, areniscas y pelitas, además de intrusiones graníticas. La cuenca de Itajaí presenta pequeños depósitos de oro en forma de filones, además del yacimiento de Pb, Zn, Ag (Cu) de Ribeirão da Prata. Este último está ubicado en una falla que separa las arcosas y conglomerados de la unidad Itajaí de gneises granulíticos, granitos y granulitas del Complejo Granulítico de Santa Catarina. La mineralización comprende pirita, galena y galena en una matriz de cuarzo, sericita y clorita subordinada. En la Cuenca de Campo Alegre existen cerca de 50 depósitos de caolín asociados a alteración de rocas riolíticas de la secuencia volcánica superior que presenta esta cuenca. El caolín de estos depósitos abastece las industrias de cerámica de mesa, revestimientos y refractarios y eléctrica de la región (Biondi y Furtado, 1999). Las reservas de estos depósitos totalizan 28,5 Mt de mineral, con una producción que en 1990 alcanzó 60 mil toneladas (Santos, 1997).

En el extremo sur de la provincia, asociados con los granitos postectónicos que constituyen el Batólito de Florianópolis, se hallan vetas hidrotermales de fluorita en una faja de cerca de 30 km de largo por 100 km de extensión. En esta área afloran además diques y rocas subvolcánicas ácidas del Eopaleozoico, sedimentos paleozoicos de la Cuenca de Paraná y diques de diabasa cretácicos. Las vetas de fluorita cortan todas estas litologías y están encajados en antiguos lineamientos NNE-SSO, que fueron reactivados en el Mesozoico como fallas transcurrentes o normales. La mineralización filoniana está constituida predominantemente por fluorita y calcedonia, reconociéndose como accesorios baritina, cuarzo, pirita y arcillas.

década de 40 com trabalhos rudimentares de garimpagem (Silva *et al.*, 1982a).

Com o fechamento da orogênesis formaram-se as bacias de *foreland* (Itajaí, Campo Alegre e Garatubinha) de idade neoproterozóica-eopaleozóica. Elas compreendem seqüências de vulcânicas intermediárias (andesitos) e ácidas (riolitos), conglomerados, arenitos e pelitos, além de intrusões graníticas. A bacia de Itajaí apresenta pequenos depósitos de ouro na forma de filões, além do jazimento de Pb, Zn, Zg (Cu) de Ribeirão da Prata. Este último, está contido em falha que separa os arcósios e conglomerados da unidade Itajaí de gnaisses granulíticos, granitos e granulitos do Complexo Granulítico de Santa Catarina. A mineralização compreende pirita, galena e galena em uma matriz de quartzo, sericita e clorita subordinada. Na Bacia de Campo Alegre existem cerca de 50 depósitos de caulim associados a alteração das rochas riolíticas da seqüência vulcânica superior que preenche essa bacia. O caulim desses depósitos abastece as indústrias de cerâmica de mesa, revestimento, refratária e elétrica da região (Biondi & Furtado, 1999). As reservas desses depósitos totalizam 28,5 Mt de minério, sendo que a produção, em 1990, alcançou 60 mil toneladas (Santos, 1997).

No extremo sul da província, associados aos granitos pós-tectônicos que constituem o Batólito de Florianópolis, ocorrem veios hidrotermais de fluorita em uma faixa com cerca de 30 km de largura por 100 km de extensão. Nesta área afloram ainda diques e rochas subvolcânicas ácidas do Eopaleozóico, sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná e diques de diabásio cretácicos. Os veios de fluorita cortam todas essas litologias e estão encaixados em antigos lineamentos NNE-SSW, que foram reativados no Mesozóico como falhas transcorrentes ou normais. A mineralização filoniana é constituida predominantemente por fluorita e calcedônia, ocorrendo como acessórios, barita, quartzo, pirita e argilas.

Como la caja filoniana está caracterizada por alargamientos y espesamientos, los filones tienen forma de lentes biconvexas, en las que el mineral aparece con estructuras bandeadas o brechadas. La producción de este distrito alcanzó, en el año 2000, 38.500 t de fluorita procesada; la mina Morro da Fumaça fue la mayor productora individual con 17.000 t/año. El modelo genético para la generación de estas vetas implica una lixiviación del flúor de las rocas graníticas por los circuitos hidrotermales ligados a la anomalía térmica asociada al rift que precedió a la abertura del Atlántico Sur (Savi & Dardenne, 1980).

PROVINCIA URUGUAYO-SUR-RIOGRANDENSE

Esta provincia comprende el llamado Escudo Uruguayo-Sur-Riograndense, incluyendo terrenos plutónico-metamórficos, cuyas edades varían del Arqueano al Eopaleozoico. La parte oriental de esta provincia (UR) abarca los terrenos más antiguos correspondientes al Cratón Río de La Plata, donde por lo menos dos cinturones de tipo *greenstone belt* (Arroyo Grande y San José) son admitidos como de edad arqueana. En el territorio brasileño, el Complejo Santa María-Chico, constituido por una asociación de tipo TTG, es de probable edad arqueana, habiendo sido metamorfozido en facies granulita en el Paleoproterozoico (~2.000 Ma).

En Uruguay, el Paleoproterozoico está representado por un gran complejo granítico-gnéisico que separa los cinturones arqueanos y por un cinturón metamórfico de facies anfíbolita (Formaciones Mosquito y Montevideo). El complejo es cortado además por centenas de diques máficos (microgabros), orientados N70°E, que representan un magmatismo anorogénico de ~1.780 millones de años. También en Uruguay, en su extremo sudeste, se expone un complejo granítico-gnéisico de 1.800 Ma (Basamento Punta Rasa-Punta del Este). En la porción brasileña de esta provincia, el Paleoproterozoico está representado únicamente por remanentes de un basamento gnéisico (Complejo Encantadas), con 2.080 Ma (Leite *et al.*, 2000).

Como a caixa filoniana é caracterizada por alargamentos e espessamentos, os filões tem forma de lentes biconvexas, em que o minério ocorre com estruturas bandada ou brechada. A produção desse distrito alcançou no ano 2000, 38.500 t de fluorita processada, sendo que a mina da Morro da Fumaça foi a maior produtora individual com 17.000 t/ano. O modelo genético para a geração desses veios envolve a lixiviação do flúor das rochas graníticas pelos circuitos hidrotermais ligados à anomalia térmica associada ao rifteamento que precedeu a abertura do Atlântico Sul (Savi & Dardenne, 1980).

PROVÍNCIA URUGUAIO-SUL-RIOGRANDENSE

Esta província compreende o chamado Escudo Uruguai-Sul-Riograndense, incluindo terrenos plutono-metamórficos, cujas idades variam do Arqueano ao Eopaleozóico. A parte oriental desta província (UR) abrange os terrenos mais antigos correspondentes ao Crátón Rio de La Plata, onde, pelo menos dois cinturões do tipo *greenstone belt* (Arroyo Grande e San José) são admitidos como de idade arqueana. No território brasileiro, o Complexo Santa Maria-Chico, constituído por uma associação do tipo TTG, é de provável idade arqueana, tendo sido metamorfozido em fácies granulito no Paleoproterozóico (~2.000 Ma).

No Uruguai, o Paleoproterozóico está representado por um grande complexo granito-gnáissico que separa os cinturões arqueanos e por um cinturão metamórfico de fácies anfíbolito (formações Mosquito e Montevideo). O complexo é cortado ainda por centenas de diques máficos (microgabros), orientados N70°E, que representam um magmatismo anorogénico de ~1.780 Ma. Também no Uruguai, no seu extremo sudeste, expõe-se um complexo granito-gnáissico de 1.800 Ma (Embasamento Punta Rasa-Punta del Este). Na porção brasileira desta província, o Paleoproterozóico está representado unicamente por remanescentes de um embasamento gnáissico (Complexo Encantadas), com 2080 Ma (Leite *et al.*, 2000).

El Mesoproterozoico sólo tiene registro isotópico en Uruguay, correspondiente a una secuencia de grado medio (Grupo Pavas) datada entre 1.350 y 1.400 Ma, además de cuerpos granitoides.

El Neoproterozoico se manifiesta en el sector NO de la provincia, en territorio brasileño, a través de la generación de corteza oceánica, con restos de ofiolitas, caracterizados por rocas ultramáficas (Complejo Cerro da Mantiqueira). Esta corteza, metamorfizada entre 750 y 700 Ma (orogénia São Gabriel), está compuesta por el Complejo Cambaí y por el cinturón volcánico-sedimentario Vacacaí, ambos cortados por cuerpos graníticos post colisionales (550 Ma). Los terrenos de la porción este del escudo fueron reactivados en torno a los 600 Ma (orogénia Dom Feliciano), produciendo un extenso magmatismo granítico. Con la finalización de la orogénia Dom Feliciano, se formaron cuencas de *foreland*, en la transición Neoproterozoico-Eopaleozoico (Cuenca de Camaquã compuesta por los grupos de Formaciones Maricá, Cerro dos Martins, Acampamento Velho, Santa Bárbara y Guaritas). En Uruguay, el Neoproterozoico está formado por un complejo granítico-gnéisico (Complejo Chafalote) y por cinturones metamórficos de bajo grado (Grupos Lavallega, Zanja del Tigre y Rocha), además de coberturas eopaleozoicas (Formaciones Sierra de la Ventana y Barriga Negra).

Los recursos minerales de la Provincia Uruguayo-Sur-Riograndense comprenden, principalmente rocas carbonáticas (calizas y dolomías), rocas ornamentales (granitos coloreados y negros y mármoles), arcillas y materiales para construcción civil. Incluyen además depósitos de cobre, oro, plomo, cinc y estaño. En la porción norte de esta provincia, en territorio brasileño, las (meta)calizas ocurren como lentes tanto en rocas metamórficas de bajo grado del Neoproterozoico como en rocas gnéissicas paleoproterozoicas. También se hallan depósitos de caliza calcítica utilizada por la industria del cemento; la mayor parte de los yacimientos tienen tenores elevados de MgO, y uso más amplio como corrector de suelos.

O Mesoproterozóico só tem registro isotópico no Uruguai, correspondente a uma seqüência de médio grau (Grupo Pavas) datada entre 1.350 e 1.4000 Ma, além de corpos granitoides.

O Neoproterozóico se manifesta no setor NW da província, em território brasileiro, através de geração de crosta oceânica, com restos de ofiolitos, caracterizados por rochas ultramáficas (Complexo Cerro da Mantiqueira). Esta crosta, metamorfizada entre 750 e 700 Ma (orogênese São Gabriel), é composta pelo Complexo Cambaí e pelo cinturão vulcano-sedimentar Vacacaí, ambos cortados por corpos graníticos pós-colisionais (550 Ma). Os terrenos da porção leste do escudo foram reativados em torno de 600 Ma (orogênese Dom Feliciano), produzindo extenso magmatismo granítico. Com o fechamento da orogênese Dom Feliciano, deu-se a formação de bacias de *foreland*, na transição Neoproterozóico-Eopaleozóico (Bacia do Camaquã composta pelos grupos ou formações Maricá, Cerro dos Martins, Acampamento Velho, Santa Bárbara e Guaritas). No Uruguai, o Neoproterozóico é formado por um complexo granito-gnáissico (Complexo Chafalote) e por cinturões metamórficos de baixo grau (grupos Lavallega, Zanja del Tigre e Rocha), além de coberturas eopaleozóicas (formações Sierra de la Ventana e Barriga Negra).

Os recursos minerais de Província Uruguai-Sul-Riograndense compreendem, principalmente, rochas carbonáticas (calcários e dolomitos), rochas ornamentais (granitos coloridos e negros e mármoles), argilas e materiais para construção civil. Incluem ainda depósitos de cobre, ouro, chumbo, zinco e estanho.

Na porção norte desta província, em território brasileiro, as rochas (meta)calcárias ocorrem como lentes tanto em rochas metamórficas de baixo grau do Neoproterozóico como em rochas gnáissicas paleoproterozóicas. Embora ocorram depósitos de calcário calcítico usados pela indústria de cimento, a maior parte dos jazimentos têm teores elevados de MgO, e uso mais amplo como corretivo de solos.

El mayor de estos yacimientos se sitúa en el Estado de Rio Grande do Sul, en la región de Caçapava do Sul, asociado a rocas metamórficas de bajo grado y afectado por la intrusión del Granito Caçapava do Sul. El yacimiento totaliza reservas por 225 Mt, con los siguientes tenores: CaO = 54,46%; MgO = 37,51%; y RI = 7,5%. Siete empresas mineras operan en el área, con una capacidad de producción anual de 4,3 Mt, aunque esta producción en los últimos años no ha sobrepasado 1,8 millones de toneladas. Ellas producen el 80% de la caliza empleada como corrector de suelos en el Estado de Rio Grande do Sul.

En la porción este del escudo, en la región de Encruzilhada do Sul, hay depósitos de estaño y tungsteno que se alojan en el interior de fajas miloníticas o lateralmente a ellas, y que están genéticamente asociados a diferentes fases de intrusión de granitos tipo S, que fueron afectados por procesos hidrotermales (caolinización, moscovitización, turmalinización y greisenización), que se extendieron a los esquistos encajonantes. Estas mineralizaciones, que tuvieron explotación sistemática en la década del '40, hoy están abandonadas, aunque actúan "garimpeiros" esporádicamente en el área.

Los más importantes yacimientos de oro del Estado de Rio Grande do Sul se relacionan con el Complejo Granítico Lavras do Sul y las volcanitas intermedias y ácidas (Grupo Cerro dos Martins) encajonantes. Estas mineralizaciones, cuya paragénese es de tipo Au-Cu-Pb-Zn-Ag, están genéticamente asociadas al magmatismo postectónico del evento Brasileño que muestra afinidades alcalinas y shoshoníticas. La mayor parte de estos yacimientos está representada por filones cuarzosos de orientación E-O. En la mina Bloco Butiá también hay zonas de granito alterado hidrotermalmente, conteniendo oro disseminado (tipo pórfiro de Au). Las paragénese minerales de las vetas y sectores con hidrotermalismo incluyen pirita, arsenopirita, oro, molibdenita, galena y blenda asociados a feldspatización, sericitización, piritización y carbonatización. En las cajas se observan tanto mineralizaciones auríferas como cupríferas, que se presentan como vetas de cuarzo conteniendo pirita, calcopirita, arsenopirita,

O maior desses jazimentos, situa-se no Estado do Rio Grande do Sul, na região de Caçapava do Sul, associado a rochas metamórficas de baixo grau e afetado pela intrusão do Granito Caçapava do Sul. A jazida totaliza reserva de 225 Mt, com os seguintes teores: CaO = 54,46%; MgO = 37,51%; e RI = 7,5%. Sete mineradoras operam na área, com uma capacidade de produção anual de 4,3 Mt, embora esta produção nos últimos anos, não tenha ultrapassado 1,8 Mt. Elas produzem 80% do calcário empregado como corretivo de solo no Estado do Rio Grande do Sul.

Na porção leste do escudo, na região de Encruzilhada do Sul, ocorrem depósitos de estanho e tungstênio que alojam-se no interior de faixas miloníticas ou lateralmente a essas faixas, e que estão geneticamente associadas as diferentes fases de intrusão de granitos tipo S, que foram afetados por processos hidrotermais (caulinização, muscovitização, turmalinização e greisenização), os quais se estenderam aos xistos encaixantes. Essas mineralizações, que tiveram exploração sistemática na década de 40, hoje estão abandonadas, embora garimpeiros atuem na área esporadicamente.

Os mais importantes jazimentos de ouro do Estado do Rio Grande do Sul estão relacionados ao Complexo Granítico Lavras do Sul e as vulcânicas intermediárias e ácidas (Grupo Cerro dos Martins) encaixantes. Essas mineralizações, cuja paragênese é do tipo Au-Cu-Pb-Zn-Ag, estão geneticamente associadas ao magmatismo pós-tectônico do evento Brasileiro que mostra afinidades alcalinas e shoshoníticas. A maior parte desses jazimentos está representada por filões quartzosos de orientação E-W. Na mina Bloco Butiá há também zonas de granito alterado hidrotermalmente, contendo ouro disseminado (tipo Au pórfiro). As paragênese minerais dos veios e hidrotermalitos envolvem pirita, arsenopirita, ouro, molibdenita, galena, blenda associados a feldspatização, sericitização, piritização e carbonatização. Nas encaixantes, ocorrem tanto mineralizações auríferas como cupríferas, que se apresentam como veios de quartzo contendo pirita, calcopirita, arsenopirita,

calcosina, bornita y oro, además de galena, blenda, calcita y anfíboles asociados con alteraciones hidrotermales (propilitización, sericitización, piritización y carbonatización). Los depósitos más importantes son los de Volta Grande (7 t Au), Bloco Butiá (6,5 t) y Cerrito (3,5 t Au) (Santos *et al.* 1998, Reischel, 1980).

La Mina San Gregorio situada en el norte de Uruguay puede ser un ejemplo de mineralización tipo pórfiro de Au. La mineralización está asociada al Granito Corrales y consiste en pirita aurífera, calcopirita, pirrotina, galena y esfalerita rica en Fe. El encajonante del granito es un complejo granítico-gnéisico paleoproterozoico, cortado por fajas milonitizadas E-O y NO-SE. El área mineralizada incluye gneises y metabasaltos alterados hidrotermalmente, además de un sistema de vetas de cuarzo (Ellis *et al.* 1995). Las reservas de este depósito totalizan 6,5 Mt de mineral con 2,8 g/t Au y 2,8 g/t Ag.

En la Cuenca de Camaquã (Neoproterozoico/Eopaleozoico) se encuentran depósitos de sulfuros de metales de base (Cu, Pb, Zn), asociados principalmente a los sedimentos de cobertura. Estos depósitos tienen como características generales: (1) paragénese de cuarzo (a veces bandeado con drusas), minerales de cobre, galena, baritina, pirita y calcita; (2) morfologías filonianas, irregulares y estratiformes; y (3) texturas diseminadas o macizas. Los depósitos de São Luiz y Uruguai que forman las Minas de Camaquã constituyen el principal yacimiento de la región, donde la mineralización cuprífera está representada por calcopirita, bornita y calcosina en forma filoniana en fallas de dirección NO-SE, o diseminadas en los conglomerados y areniscas del Grupo Cerro dos Martins (Neoproterozoico). En la mina São Luiz, la mineralización filoniana está constituida por filones de cuarzo con calcopirita; en proporción menor aparecen filones de calcosina y bornita, principalmente en los extremos del depósito. El espesor medio de los filones está en torno de 0,3 m y la zona mineralizada alcanza 10 a 15 m de largo en los sectores más ricos.

calcosina, bornita, ouro, além de galena, blenda, calcita e anfibólios associados com alterações hidrotermais (propilitização, sericitização, piritização e carbonatação). Os depósitos mais importantes são os de Volta Grande (7 t Au), Bloco Butiá (6,5 t) e Cerrito (3,5 t Au) (Santos *et al.* 1998, Reischel, 1980).

A Mina São Gregório situada no norte do Uruguai pode ser um exemplo de mineralização tipo Au pórfiro. A mineralização está associada ao Granito Corrales e consiste de pirita aurífera, calcopirita, pirrotita, galena e esfalerita rica em Fe. A encaixante do granito é um complexo granito-gnáissico paleoproterozóico, cortada por faixas milonitizadas E-W e NW-SE. A área mineralizada inclui gnaisses e metabasaltos alterados hidrotermalmente, além de um sistema de veios de quartzo (Ellis *et al.* 1995). As reservas deste depósito totalizam 6,5 Mt de minério com 2,8 g/t Au e 2,8 g/t Ag.

Nas Bacia do Camaquã (Neoproterozóico/Eopaleozóico) são encontrados depósitos de sulfetos de metais-base (Cu, Pb, Zn), associados principalmente aos sedimentos de cobertura. Esses depósitos têm como características gerais: (1) paragênese de quartzo (por vezes bandado com drusas), minerais de cobre, galena, barita, pirita e calcita; (2) morfologias filonianas, irregulares e estratiformes; e (3) texturas diseminadas ou maciças. Os depósitos de São Luiz e Uruguai que formam as Minas de Camaquã constituem a principal jazida da região, onde a mineralização cuprífera está representada por calcopirita, bornita e calcosina sob a forma filoniana em falhas de direção NW-SE, ou diseminadas nos conglomerados e arenitos do Grupo Cerro dos Martins (Neoproterozóico). Na mina São Luiz, o minério filoniano é constituído por filões de quartzo com calcopirita; em proporção menor aparecem filões de calcosina e bornita, principalmente nas extremidades do depósito. A espessura média dos filões fica em torno de 0,3 metro e a zona mineralizada atinge 10 a 15 metros de largura nos setores mais ricos.

En la mina Uruguai, la mineralización está representada por filones macizos de calcopirita, calcopirita-bornita, bornita-calcosina y, menos frecuentemente, sólo calcosina. La ganga normalmente se halla en cantidades subordinadas, y está compuesta por hematita, cuarzo, arcilla o clorita. Sulfuros de cobre diseminados en los conglomerados y areniscas son una constante en esta mina. El origen de estas mineralizaciones ha sido objeto de discusiones y se han presentado varias propuestas: 1) mineralización hidrotermal epigenética, resultante de la canalización de aguas connatas, aportadas por el volcanismo a lo largo de las fallas NO-SE (Veigel y Dardenne, 1990); 2) mineralización hidrotermal epigenética, sin especificar la fuente de los fluidos mineralizantes (Ronchi *et al.* 2000); y 3) mineralización epitermal asociada con la intrusión granítica (Remus *et al.* 2000).

Las reservas globales de las Minas do Camaquã en su última reevaluación totalizaron 30 Mt, con un tenor medio de 1,06% Cu. En la última fase de explotación de las minas, el mineral era extraído a cielo abierto (parte superior de Mina Uruguai) y subterráneo, con una capacidad de extracción de 1,9 Mt/año de mineral. El beneficio, en la propia mina, era por flotación, resultando un concentrado con cerca de 30% Cu, 35,5 g/t Ag y 12,2 g/t Au, correspondientes a 18.381 t de concentrado de cobre, 159,26 kg de Au y 5.532 kg de Ag. La mina cerró las actividades en 1994.

PROVINCIA LAGUNA DOS PATOS – SANTA LUZIA

Esta provincia comprende dos cuencas sedimentarias principales: Cuenca Santa Luzia y Cuenca de Pelotas. La primera, situada en la región sur y sudoeste de Uruguay abarca una superficie superior a 10.000 km²; en cuanto a la Cuenca de Pelotas, en territorio brasileño, se extiende a lo largo de la costa desde el Arco de Florianópolis (BR) al norte, hasta el Alto de Polonio (UR) al sur.

El inicio de estas cuencas se dió en el Jurásico superior con la instalación de estructuras tipo *graben*;

Na Mina Uruguai, o minério está representado por filões maciços de calcopirita, calcopirita-bornita, bornita-calcosina e, menos freqüentemente, apenas calcosina. A ganga normalmente ocorre em quantidades subordinadas, e é composta por hematita, quartzo, argila ou clorita. Sulfetos de cobre disseminados nos conglomerados e arenitos são uma constante nessa mina. A origem dessas mineralizações tem sido objeto de discussões e várias propostas têm sido apresentadas: 1) mineralização hidrotermal epigenética, resultante das canalizações de águas conatas, aquecidas pelo vulcanismo ao longo das falhas NW-SE (Veigel & Dardenne, 1990); 2) mineralização hidrotermal epigenética, sem especificar a fonte dos fluidos mineralizantes (Ronchi *et al.* 2000); e 3) mineralização epitermal associada com a intrusão granítica (Remus *et al.* 2000).

As reservas globais da Minas do Camaquã em sua última reavaliação totalizavam 30 Mt, com teor médio de 1,06% Cu. Na última fase de exploração das minas, o minério era extraído a céu aberto (parte superior da Mina Uruguai) e subterrâneo, havendo uma capacidade de extração de 1,9 Mt/ano de minério. O beneficiamento, feito na própria mina, era por flotação, resultando numa concentrado com cerca de 30% Cu, 35,5 g/t Ag e 12,2 g/t Au, correspondentes a 18.381 t de concentrado de cobre, 159,26 kg de Au e 5.532 kg de Ag. A mina encerrou as atividades em 1994.

PROVÍNCIA LAGUNA DOS PATOS – SANTA LUZIA

Esta província envolve duas bacias sedimentares principais: Bacia Santa Luzia e Bacia de Pelotas. A primeira, situada na região sul e sudoeste do Uruguai abrange uma superfície superior a 10.000 km², enquanto a Bacia de Pelotas, em território brasileiro, estende-se ao longo da costa desde o Arco de Florianópolis (BR) ao norte, até o Alto de Polônio (UR), ao sul.

O início dessas bacias deu-se no Jurássico Superior com a instalação de estruturas tipo *graben*;

estas estructuras ocurren en la porción centro-oriental de la Cuenca Santa Luzia (*graben* Santa Luzia), en la región sur-oriental de Cuenca de Pelotas (sector uruguayo) y en la región de Pelotas (sector brasileiro). El *graben* Santa Luzia tiene profundidad superior a 2.000 m y la de la Lagoa Mirim más de 1.200 metros. En el sector brasileño se estima, en la Cuenca de Pelotas, una profundidad superior a 10.000 m, rellena por sedimentos terrígenos.

Una etapa de apertura y desenvolvimiento de los *grabens* produjo, en su interior o en las proximidades de los mismos, un magmatismo bimodal juró-cretácico que se inició con basaltos y andesitas subordinadas y, en el final del ciclo magmático, evolucionó hacia rocas efusivas e hipabisales ácidas e intermedias. Durante el Cretácico superior se formaron los depósitos terrígenos, posiblemente asociados a una subsidencia térmica.

En el Cenozoico se produjo la sedimentación en un margen continental pasivo, cuyos primeros registros corresponden a depósitos continentales oligocenos. Durante el Mioceno medio y superior se producen depósitos de tipo transgresivo, en ambiente marino y marino-litoral que, en el final del Mioceno, en una fase regresiva, se depositaron sedimentos continentales mixtos (depósitos de abanicos aluviales, fluviales y deltaicos).

Los depósitos cuaternarios fueron desarrolladas bajo el control de las variaciones climáticas y fluctuaciones del nivel del mar, resultando en dos principales sistemas depositacionales: 1) un sistema de abanicos aluviales, en la porción más interna de la cuenca; y 2) cuatro distintos sistemas depositacionales transgresivos-regresivos de tipo laguna-barrera. Estos depósitos, que constituyen la Planicie Costera (porción emergente de la Cuenca de Pelotas), están ampliamente representados en el Estado de Rio Grande do Sul (BR), en la región Laguna dos Patos-Lagoa Mirim.

En la Planicie Costera, los sedimentos holocenos que componen el margen oceánico del sistema laguna-barrera, más específicamente las zonas de playa y post playa (*backshore*), presentan,

essas estruturas ocorrem na porção centro-oriental da Bacia Santa Luzia (*graben* Santa Luzia), na região sul-oriental da Bacia de Pelotas (setor uruguaio) e na região de Pelotas (setor brasileiro). O *graben* Santa Luzia tem profundidade superior a 2.000 metros e o da Lagoa Mirim, mais de 1.200 metros. No setor brasileiro estima-se na Bacia de Pelotas, uma profundidade superior a 10.000 metros, preenchida por sedimentos terrígenos.

Na etapa de abertura e desenvolvimiento dos *grabens* produziu, no seu interior ou nas proximidades dos mesmos, um magmatismo bimodal juró-cretácico que iniciou com basaltos e andesitos subordinados e, no final do ciclo magmático, evoluiu para rochas efusivas e hipabissais ácidas e intermediárias. Durante o Cretáceo Superior formaram-se os depósitos terrígenos, possivelmente associados a uma subsidência térmica.

No Cenozóico, a sedimentação processou-se em uma margem continental passiva, cujos primeiros registros correspondem a depósitos continentais oligocênicos. Durante o Mioceno Médio e Superior produziram-se depósitos do tipo transgressivo, em ambiente marinho a marinho-litorâneo que, no final do Mioceno, em uma fase regressiva, depositaram sedimentos continentais mistos (depósitos de leques aluviais, fluviais e deltaicos).

Os depósitos quaternários foram desenvolvidos sob controle das variações climáticas e flutuações do nível do mar, resultando em dois principais sistemas depositacionais: 1) um sistema de leques aluviais, na porção mais interna da bacia; e 2) quatro distintos sistemas depositacionais transgressivos-regressivos do tipo laguna-barrera. Esses depósitos, que constituem a Planície Costeira (porção emersa da Bacia de Pelotas), estão amplamente representados no Estado do Rio Grande do Sul (BR), na região Laguna dos Patos-Lagoa Mirim.

Na Planície Costeira, os sedimentos holocênicos que compõem a margem oceânica do sistema laguna-barrera, mais especificamente as zonas de praia e pós-praia (*backshore*), apresentam,

localmente, concentraciones de arenas negras (*black sands*), siendo el depósito de Bojuru el más importante de estas concentraciones.

Su mineralogía comprende ilmenita (55% en peso), circón, estauroilita, magnetita, leucóxeno, cianita, rutilo, granate, epidoto y hornblenda. La reserva totaliza 10,8 Mt de mineral de titanio. La empresa que detenta los derechos de este depósito, ultima los detalles para su explotación, como para el establecimiento de un complejo químico de procesamiento mineral, previendo producir 90.000 t/año de pigmento de dióxido de titanio, obtenido a partir de rutilo sintético, y 25.000 t/año de circón. Más al norte de esta planicie, entre las localidades de Laguna y Imbituba, se encuentran innumerables depósitos de biodetritos carbonáticos (conchillas) que, en 1993, totalizaban 5,7 Mt de reservas. Estos depósitos, como los de Jaguaruna y Imbituba, están asociados a depósitos palustres holocenos, y su explotación y beneficio se destina a la utilización en cuatro sectores principales: agrícola, celulosa, cerámico y de raciones balanceadas.

La Planicie Costera contiene además pequeños depósitos de diatomita y turba. El Estado de Santa Catarina, que fue el mayor productor brasileño de diatomita, tiene sus reservas agotadas, restando pequeños depósitos en las localidades de Jaguaruna y Araranguá, cuyas reservas no pasan de 20.000 t (Gusmão & César, 1997). Las turberas se encuentran a lo largo de toda la planicie, algunas con reservas *in situ* de decenas de millones de toneladas, aunque sin aprovechamiento económico.

PROVINCIA TANDILIA Y LA VENTANA

Esta provincia morfoestructural abarca las provincias geológicas de La Tandilia y La Ventania.

En La Tandilia aflora (Ramos, 1999) un basamento compuesto por plutonitas y metamorfitas de edad transamazónica o tandileana. Las primeras son granitoides calcoalcalinos de zona de subducción (granitos, granodioritas y tonalitas) que se alojan en gneises de edad arqueana; al sur de Tandil hay granitos post colisionales.

localmente, concentrações de areias negras (*black sands*), sendo o depósito de Bojuru, a mais importante dessas concentrações.

Sua mineralogia compreende ilmenita (55% em peso), zircão, estauroilita, magnetita, leucoxênio, cianita, rutilo, granada, epidoto e hornblenda. A reserva totaliza 10,8 Mt de minério de titânio. A empresa detentora dos direitos desta jazida, ultima os detalhes para sua exploração, bem como para o estabelecimento de um complexo químico de processamento mineral, visando produzir 90 mil t/ano de pigmento de dióxido de titânio, obtido a partir do rutilo sintético e 25 mil t/ano de zircão. Mais ao norte nesta planície, entre as localidades de Laguna e Imbituba, são encontradas inúmeros depósitos de biodetritos carbonáticos (concheiros) que, em 1993, totalizavam 5,7 Mt de reservas. Esses depósitos, como os de Jaguaruna e Imbituba, estão associados a depósitos paludais holocênicos, e sua exploração e beneficiamento destina-se a utilização em quatro principais setores: agrícola, celulose, cerâmico e de rações balanceadas.

A Planície Costeira contém ainda pequenos depósitos de diatomita e turfa. O Estado de Santa Catarina que já foi o maior produtor brasileiro de diatomita, teve suas reservas exauridas, restando pequenos depósitos nas localidades de Jaguaruna e Araranguá, cujas reservas não passam de 20 mil toneladas (Gusmão & César, 1997). As turfeiras são encontradas ao longo de toda a planície, algumas com reservas *in situ* de dezenas de milhões de toneladas, mas não há aproveitamento econômico.

PROVÍNCIA TANDILIA E LA VENTANA

Esta província morfoestructural abrange as províncias geológicas de La Tandilia e La Ventania.

Em La Tandilia aflora (Ramos, 1999) um embasamento composto por plutões e metamorfitas de idade transamazônica ou tandileana. Os primeiros são granitoides calcoalcalinos de zona de subducção (granitos, granodioritos e tonalitas) que se alojam em gnaisses de idade arqueana; ao sul de Tandil ocorrem granitos pós-colisionais.

El basamento metamórfico de mayor grado está en contacto tectónico con metavolcanitas de cinturón oceánico con bajo metamorfismo. Las rocas metamórficas están atravesadas en discordancia por diques de diabasa, metavolcanitas ácidas y diques basálticos, de edad imprecisa dentro del Proterozoico, emplazados en ambiente extensional de intraplaca. La mitad sur de las sierras de esta unidad está cubierta por ortocuarcitas, calizas y dolomías de edad proterozoica a eopaleozoica. En discordancia cubren ortocuarcitas cámblicas hasta ordovícicas; algunos diques de diabasa, de edad ordovícica, atraviesan la región.

La provincia de La Ventana (Ramos, 1999) comprende un basamento ígneo de edad proterozoica superior compuesto por granitos, diabasas y riolitas; entre estas últimas se obtuvieron edades entre paleozoicas y triásicas. La cobertura abarca dos grupos. El inferior (Ordovícico a Devónico inferior) está formado por depósitos marinos de plataforma estable. En discordancia angular se asientan depósitos neopaleozoicos en parte glaciales y en parte marinos. Las secuencias se continentalizan hacia el techo constituyendo típicos depósitos sinorogénicos. En discordancia sobre los depósitos paleozoicos se encuentra el Conglomerado Rojo asignado al Mioceno. La estructura está caracterizada por un intenso plegamiento. Dentro de esta provincia morfoestructural, se describen los depósitos de mayor envergadura.

En el ámbito del cratón del Río de la Plata (Zappettini, 1999), se encuentran secuencias de margen pasivo, que comprenden depósitos de caliza, dolomía y arcillas, y que son de singular importancia en la provincia geológica de La Tandilia (sierras de Barker y Olavarría, Buenos Aires).

Las arcillas de la provincia de Buenos Aires registran reservas considerables en sus diferentes variedades, y constituyen uno de los rubros principales de la industria minera del país. La producción en los últimos años ha alcanzado entre 2,5 y casi 3 Mt/año (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

O embasamento metamórfico de maior grau está em contato tectônico com metavulcânicas do cinturão oceânico com baixo metamorfismo. As rochas metamórficas estão cortadas em discordância por diques de diabásio, metavulcânicas ácidas e diques basálticos, de idade imprecisa dentro do Proterozóico, emplaçados em ambiente extensional de intraplaca. A metade sul das serras desta unidade está coberta por orto-quartzitos, calcários e dolomitos de idade proterozóica a eopaleozóica. Recobrimo em discordância ocorrem ortoquartzitos cámblicos até ordovicianos; alguns diques de dia-básio de idade ordovicianiana, atravessam a região.

A província de La Ventana (Ramos, 1999) compreende um embasamento ígneo de idade proterozóica superior composto por granitos, diabásios e riolitos; entre esses últimos foram obtidos idades entre paleozóicas e riolitos. A cobertura abarca dois grupos: o inferior (Ordoviciano a Devoniano Inferior) está formado por depósitos marinhos de plataforma estável. Em discordância angular assentam-se depósitos neopaleozóicos em parte glaciais em parte marinhos. As seqüências continentalizam-se em direção ao topo, constituindo típicos de-pósitos paleozóicos sinorogénicos. Em dis-cordância sobre os depósitos paleozóicos encontra-se o Conglomerado Rojo referido ao Mioceno. A estrutura está caracterizada por um intenso dobramento. Dentro dessa província morfoestructural, descrevem-se os depósitos de maior envergadura.

No âmbito do cratón do Rio de la Plata (Zappettini, 1999), encontram-se seqüências de margem passiva, que compreendem depósitos de calcário, dolomito e argilas, e que são de singular importância na província geológica de La Tandilla (serras de Barker e Olavarría, Buenos Aires).

As argilas da província de Buenos Aires registram reservas consideráveis em suas diferentes variedades, e constituem um dos principais insumos da indústria mineira do país. A produção nos últimos anos, alcançou entre 2,5 e quase 3 Mt/ano (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

La explotación de caliza (Domínguez y Sachalamuk, 1999) ocupa uno de los primeros puestos en la industria extractiva para la industria del cemento y en menor grado de la de cal. Los centros productores de rocas carbonáticas están en las áreas de Olavarría y Barker. Desde el punto de vista de la producción, los centros más importantes son Loma Negra-Cerro Bayo, Sierras Bayas y Tres Lomas (Olavarría), y en las proximidades de Barker. La producción se mantiene estable entre 4 y 5 Mt/año.

Las dolomías (Domínguez y Sachalamuk, 1999) se han extraído para siderurgia y para cales magnesianas, y como piedra en bruto para la construcción. La actividad se desarrolla en varias canteras en la localidad de Sierra Baya, alguna de ellas en actividad.

En la zona de Olavarría y Tandil, los granitos se explotan desde hace 30 años como rocas ornamentales y en la producción de piedra partida.

El basamento cristalino (denominado Complejo Buenos Aires) está compuesto por granitos y rocas metamórficas, entre las que se encuentran granitoides, migmatitas, milonitas, ectinitas y en algunos sectores anfíbolitas, rocas filonéas y arcillas. El hallazgo de metavolcanitas y metasedimentitas entre las metamorfitas de la zona de Tandil genera posibilidades de exploración de yacimientos de tipo sulfuros masivos o SEDEX (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

Desde Chillar hasta La Negra, y también en Balcarce, se hallan arcillas residuales producto de alteración del basamento cristalino. Estas arcillas están cubiertas por cuarcitas y conglomerados cuarcíticos de la Formación Balcarce de edad ordovícica (Domínguez y Sachalamuk, 1999). Se trata de arcillas blancas, duras y poco plásticas; una muestra representativa de la mina Javier tiene 2% de esmectita, 15% de illita/muscovita, 62% de caolinita y 21% de cuarzo. Tienen texturas metamórficas remanentes (foliaciones) con rumbos y buzamientos discordantes con la cubierta sedimentaria sobrepuesta. Con la profundidad disminuye la argilización y aumenta el porcentaje de hierro, cambiando

A exploração de calcário (Dominguez e Sachalamuk, 1999) ocupa um dos primeiros postos na indústria extractiva para a indústria do cimento e, em menor grau, da cal. Os centros produtores de rochas carbonáticas estão nas áreas de Olavarría e Barker. Do ponto de vista de produção, os centros mais importantes são Loma Negra-Cerro Bayo, Sierras Bayas e Três Lomas (Olavarría), e nas proximidades de Barker. A produção se mantém estável entre 4 e 5 Mt/ano.

Os dolomitos (Dominguez e Sachalamuk, 1999) foram extraídos para siderurgia e para cais magnesianos e como pedra de construção. A atividade desenvolve-se em várias pedreiras da localidade de Sierra Baya, algumas delas em atividade.

Na zona de Olavarría e Tandil, os granitos são explotados há 30 anos como rochas ornamentais e na produção de pedras de construção.

O embasamento cristalino (denominado Complejo Buenos Aires) é composto por granitos e rochas metamórficas, entre as quais granitóides, migmatitos, ectinitos e, em alguns setores, anfíbolitos, rochas filoníneas e argilas. A descoberta de metavulcânicas e metassedimentares entre as rochas metamórficas da zona de Tandil, traz a possibilidade de exploração de jazimentos do tipo sulfetos maciços ou SEDEX (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

Desde Chillar até La Negra e também em Balcarce, encontram-se argilas residuais, produto de alteração do embasamento cristalino. Essas argilas estão cobertas por quartzitos e conglomerados quartzíticos da Formação Balcarce de idade ordovíciana (Dominguez e Sachalamuk, 1999). Trata-se de argilas brancas, duras e pouco plásticas; uma amostra representativa da mina Javier tem 2% de esmectita, 15% de illita/muscovita, 62% de caulinita e 21% de quartzo. Apresentam texturas metamórficas remanescentes (foliações), com atitudes discordantes em relação a cobertura sedimentar sobreposta. Com a profundidade diminui a argilização e aumenta a percentagem de ferro, mudando

el color de la roca de blanco a rojo y la textura se hace regolítica. Las arcillas se formaron por alteración del basamento. Los yacimientos de arcillas residuales más importantes son Verónica, Constante 10, Javier, El Silicón, El Ferrugo y La Torre, entre otros.

En Balcarce, en las áreas de Cerro Segundo y Sierra La Barrosa han sido explotadas arcillas residuales formadas a partir de un gneis; se trata de arcillas blancas, duras, poco plásticas y con alto contenido de alúmina. En el cerro Reconquista en las proximidades de San Manuel existen arcillas residuales rojas, duras y de baja plasticidad; tienen 18% de illita/moscovita, 47% de pirofilita, 19% de caolinita y 16% de hematita.

Sobre el basamento se han desarrollado cinco ciclos de depositación (Domínguez y Sachalamuk, 1999). Todas las sedimentitas se originaron en un ambiente marino de plataforma epicontinental. Durante el Primer Ciclo Sedimentario se formaron cuarcitas arcósicas, dolomías y pelitas que han sido descritas como las Formaciones Villa Mónica y La Juanita, de edad precámbrica superior.

La dolomía es de color bayo, con texturas laminares y estromatolíticas; contiene entre 1,7 y 2,3% de cuarzo en la parte media del manto y entre 9 y 12% en las partes inferior y superior.

Las pelitas se explotan en la cantera La Siempre Verde. Sobre el basamento se apoya en discordancia una secuencia sedimentaria atribuida al Grupo Sierras Bayas, integrado por dos capas de cuarcitas entre las que se intercala la capa explotada, la cual posee un espesor de 7 metros. La arcilla es masiva, blanda y muy plástica, con abundantes óxidos e hidróxidos de hierro, y suele presentar cristales de cuarzo de hasta 10 cm de longitud; su composición revela la presencia de 68% de illita, 8% de caolinita, 13% de cuarzo y 11% de hematita. En el sector San Manuel hay arcillas blancas, por encima del basamento y también intercaladas entre dos capas de cuarcitas; son blandas, de plasticidad moderada, con composición illítico-caolínica, y tenores medios de alúmina y álcalis (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

a cor da rocha de branco a vermelho e a textura torna-se regolítica. As argilas formaram-se por alteração do embasamento. Os jazimentos de argilas residuais mais importantes são os de Verônica, Constante 10, Javier, El Silicón, El Ferrugo e La Torre, entre outras.

Em Balcarce, nas áreas de Cerro Segundo e Serra La Barrosa, foram explotadas argilas residuais formadas a partir de um gnaise; trata-se de argilas brancas, duras, pouco plásticas e com alto conteúdo em alumina. No cerro Reconquista nas proximidades de San Manuel, existem argilas residuais vermelhas, duras e de baixa plasticidade; têm 18% de illita/muscovita, 47% de pirofilita, 19% de caulinita e 16% de hematita.

Sobre o embasamento desenvolveram-se cinco ciclos de deposição (Dominguez e Sachalamuk, 1999). Todas as rochas sedimentares originaram-se em um ambiente marinho de plataforma epicontinental. Durante o *Primeiro Ciclo Sedimentar* formaram-se quartzitos arcoseanos, dolomitos e pelitos, que foram descritos como formações Villa Mónica e La Juanita, de idade pré-cambriana superior.

O dolomito é de cor branco-amarelada, com texturas laminadas e estromatolíticas; contém 1,7% a 2,3% de quartzo na parte média da camada, e entre 9 e 12% nas partes inferior e superior.

Os pelitos são explotados na pedreira La Siempre Verde. Sobre o embasamento apoia-se, em discordância, uma sequência sedimentar atribuída ao Grupo Sierras Bayas, integrado por duas camadas de quartzitos, entre as quais se intercala a camada explotada. Esta possui espessura de sete metros. A argila é maciça, mole e muito plástica, com abundante óxidos e hidróxidos de ferro, e costuma apresentar cristais de quartzo com até 10 cm de comprimento. Sua composição revela a presença de 68% de illita, 8% de caulinita, 13% de quartzo e 11% de hematita. No setor San Manuel ocorrem argilas brancas, por cima do embasamento, e também intercaladas entre duas capas de quartzitos; são moles, de plasticidade moderada, com composição illítico-caulínica, e teores médio de alumina e álcalis (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

Se depositaron durante el Segundo Ciclo Sedimentario las pelitas, samitas y samopelitas de la Formación Cerro Largo del Grupo Sierras Bayas. A este ciclo se asocian las arcillas amarillas y rojas, que se encuentran por encima de las Cuarzitas Superiores y por debajo de las Calizas. Las arcillas amarillas y rojas se explotan en la zona de Olavarría en más de 0,5 Mt/año. Las capas forman parte de un braquisinclinal o se presentan como estructuras monoclinales; su composición es illítica y contienen importantes cantidades de cuarzo. Las capas inferiores son amarillas y las superiores rojas. Las amarillas tienen edad precámbrica, y están formadas por finos estratos de arcillitas con capas de limolitas cuarzosas; son semiduras y poco plásticas y con frecuencia tienen concreciones de calcita dura en los 3 primeros metros de la secuencia (Domínguez y Sachalamuk, 1999). Las reservas de arcillas amarillas son abundantes.

Se depositaron en el Tercer Ciclo Sedimentario las calizas de la Formación Loma Negra; los afloramientos se extienden desde Olavarría hasta Barker. Son micritas y subesparitas con escaso limo (<1%) y colores que oscilan entre el negro y el pardo rojizo oscuro, y han sido formadas por precipitación química en ambiente marino. Las capas son subhorizontales y los tenores de carbonato de calcio son superiores al 90% (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

En el Cuarto Ciclo Sedimentario se depositan nuevamente las pelitas que se han descrito como pertenecientes a las Formaciones Cerro Negro, Pelitas Gris Oliva y Las Águilas.

La Formación Cerro Negro es una secuencia de pelitas de unos 110 m de espesor que se asientan en discordancia sobre las Calizas Loma Negra. Se trata de arcillas illítico-cloríticas con interestratificados illita/smectita. Presenta capas de cuarzitas interestratificadas y su color es pardo y su aspecto metamórfico. Las arcillas son duras, poco plásticas y de bajo contenido en alúmina.

En la parte basal de las Pelitas Gris Oliva se halló una capa de color rojo y 5 a 30 cm de espesor conteniendo

Depositaram-se durante o *Segundo Ciclo Sedimentar*, os pelitos, psamitos e psamo-pelitos da Formação Cerro Largo do Grupo Sierras Bayas. A este ciclo associam-se argilas amarelas e vermelhas, que encontram-se sobre os Quartzitos Superiores, e abaixo dos Calcários. As argilas amarelas e vermelhas são explotadas na zona de Olavarría em mais de 0,5 Mt/ano. As camadas formam parte de uma braquissinclinal ou se apresentam como estruturas monoclinais. Sua composição é illítica e contém importantes quantidades de quartzo. As camadas inferiores são amarelas e as superiores vermelhas. As amarelas têm idade pré-cambriana, e estão formadas por finos estratos de argilitos com cobertura de siltitos quartzosos; são semiduras e pouco plásticas, e com frequência têm concreções de calcita dura, no primeiros 3 metros da seqüência (Dominguez e Sachalamuk, 1999). As reservas de argilas amarelas são abundantes.

Depositaram-se no *Terceiro Ciclo Sedimentar* os calcários da Formação Loma Negra. Os afloramento estendem-se desde Olavarría até Barker. São micritos e subesparitos com rara argila (<1%) e cores que variam entre negro e pardo-avermelhado escuro, e foram formadas pela precipitação química em ambiente marinho. As camadas são subhorizontais, e os teores de carbonato de cálcio são superiores a 90% (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

No *Quarto Ciclo Sedimentar* depositaram-se novamente os pelitos, que foram descritos como pertencentes as formações Cerro Negro, Pelitas Gris Oliva e Las Águilas.

A Formação Cerro Negro é uma seqüência de pelitos de cerca de 110 metros de espessura, que assenta em discordância sobre os calcários Loma Negra. Trata-se de argilas illítico-cloríticas com interestratificações de illita/esmectita. Apresenta camadas de quartzitos interestratificados e sua cor é parda, com aspecto metamórfico. As argilas são duras, pouco plásticas e com baixo conteúdo em alúmina.

Na parte basal da Formação Pelitas Gris Oliva, ocorre uma camada de cor vermelha com 5 a 30 cm de espessura, contendo

hasta 27% de P_2O_5 en forma de fluorapatita, que fue denominada Miembro Fosfático. El origen del fósforo se atribuye a precipitación química (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

La Formación Las Aguilas se ubica en la misma posición estratigráfica y en su localidad típica de la sierra homónima en Barker está integrada por tres facies: brechas de ftanitas, arcillitas rojizas hasta blancas y samitas con pelitas alternantes. Esta Formación es la base de la actividad minera en la zona de Barker. Al este de esta localidad, las arcillitas están compuestas por una capa de arcilla roja de composición illítico-pirofilitica, con muy escaso cuarzo y con contenidos de goethita y hematita variables entre 18 y 35%. El mineral tiende a ser más duro y poco plástico cuanto mayor sea su contenido en hierro. Al oeste de Barker, sobre la brecha de ftanita se dispone una capa de arcillas de 2 a 4 m de espesor; su composición es illítico/moscovítica-pirofilitica, sin o con escaso cuarzo, y pueden contener hasta 20% de hierro. Las arcillas sin hierro son blancas, duras, poco plásticas y con alto contenido en alúmina. Las que tienen hierro son semi-duras; tienen una distribución mineralógica constante y están compuestas por illita, pirofilita, caolinita, y hematita, con escaso cuarzo. En algunas canteras se estas dos variedades están estratificadas, apareciendo siempre la roja en la base de la secuencia y la blanca por encima (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

Sobre las arcillas blancas o rojas se disponen facies de samitas con pelitas alternantes. El espesor de las pelitas es variable; son blancas, semi-duras y semi-plásticas, y están integradas mayoritariamente por illita-caolinita y cuarzo, apareciendo en casos también pirofilita; tiene bajos tenores de alúmina y baja a media plasticidad. Todas estas arcillas son de origen sedimentario.

El *Quinto Ciclo Sedimentario* está constituido mayoritariamente por samitas con escasas sefitas y pelitas (Formación Balcarce, de edad ordovícica).

Los yacimientos más importantes se hallan en la zona de San Manuel.

até 27% de P_2O_5 na forma de fluorapatita, que foi denominada Membro Fosfático. A origem do fósforo atribui-se a precipitação química (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

A Formação Las Aguilas localiza-se na mesma posição estratigráfica e, em sua localidade típica na serra homônima em Barker, está formada por três fácies: brechas de *chert* (?), argilitos avermelhados até brancos e psamitos com pelitos alternados. Essa formação é a base da atividade mineira na zona de Barker. A leste desta localidade, os argilitos estão compostos por uma camada de argila vermelha de composição illítico-pirofilitica, com raro quartzo e com conteúdos de goethita e hematita variáveis entre 18% e 35%. O mineral tende a ser mais duro e pouco plástico, quanto maior o teor em ferro. A oeste de Barker, sobre a brecha de *chert* (?) dispõe-se uma camada de argilas com 2 a 4 metros de espessura. Sua composição illítico/muscovítica-pirofilitica, sem o com pouco quartzo, e podem conter até 20% de ferro. As argilas sem ferro são brancas, duras, pouco plásticas e com alto conteúdo em alúmina. As que têm ferro são semi-duras, têm uma distribuição mineralógica constante, e estão compostas por illita, pirofilita, caulinita e hematita, com escasso quartzo. Em algumas frentes de lavra, se estas duas variedades estão estratificadas, a vermelha aparece na base da seqüência e a branca por cima (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

Sobre as argilas brancas ou vermelhas dispõem-se fácies de psamitos com pelitos alternados. A espessura dos pelitos é variável; são brancos, semi-duros e semi-plásticos, e estão compostos, principalmente, por illita-caulinita e quartzo, aparecendo ocasionalmente pirofilita. Têm baixos teores de alúmina e baixa a média plasticidade. Todas as argilas são de origem sedimentar.

O *Quinto Ciclo Sedimentar* é constituído principalmente por psamitos com escassos sefitos e pelitos (Formação Balcarce, de idade ordovíciana).

Os jazimentos mais importantes ocorrem na zona de San Manuel.

En la parte basal de la mencionada Formación aparecen capas de hasta 2 m de espesor de arcillas caoliníticas con illita subordinadas; son blancas, duras, poco plásticas y de alta pureza. La caolinita se formó por alteración hidrotermal de una capa de tobas (Domínguez y Sachalamuk, 1999).

PROVINCIA CUENCA CHACO PAMPEANA

Dentro de esta provincia morfoestructural en Argentina se incluyen las provincias geológicas Llanura Chacabonaerense y parte de la Mesopotamia.

La Llanura Chacabonaerense argentina (Ramos, 1999) es una extensa planicie en la que se desarrolla una transgresión marina de edad miocena media que cubrió casi toda la planicie. En el subsuelo intervienen varias cuencas sedimentarias, de las que se destacan tres en particular. La Cuenca Chacoparanense tiene un depocentro cambro-ordovícico sobre el que se apoyan en discordancia las secuencias silúrico-devónicas; siguen una sedimentación neopaleozoica, y depósitos eólicos y fluviales con vulcanismo extensional en el Jurásico-Cretácico, culminando con una sedimentación cenozoica. La Cuenca del Salado está formada por depósitos conglomerádicos del Jurásico-Cretácico; en el Cretácico inferior se depositan secuencias clásticas continentales, que en el Terciario son cubiertas por depósitos clásticos marinos y continentales. En la Antefosa de Claromecó se han detectado por estudios geofísicos sedimentitas eo y neopaleozoicas, que en conjunto superan los 6 a 7 km de espesor. La Cuenca del Colorado tiene sedimentos paleozoicos cubiertos por areniscas y pelitas cretácicas; cubren en discordancia pelitas marinas paleocenas. La secuencia culmina con depósitos clásticos marinos miocenos.

Parte de la Mesopotamia está incluida en la provincia morfoestructural de la Cuenca Chacopampeana y parte en la de la Cuenca del Paraná. En la Mesopotamia argentina (Ramos, 1999) los depósitos más antiguos son areniscas rojas cretácicas interdigitadas con niveles de coladas de basaltos tholeiíticos.

Na parte basal da formação ocorrem camadas de até 2 metros de espessura, de argilas caulíníticas com illita subordinada; são brancas, duras, pouco plásticas e de alta pureza. A caulinita se formou por alteração hidrotermal de uma camada de tufos (Dominguez e Sachalamuk, 1999).

PROVINCIA BACIA CHACO PAMPEANA

Na Argentina, dentro desta província morfoestructural, localizam-se as províncias geológicas Planície Chacabonaerense e parte da Mesopotamia.

A Planície Chacabonaerense argentina (Ramos, 1999) é uma extensa área onde se desenvolveu uma transgressão marinha no Mioceno Médio, que a cobriu quase totalmente. No subsolo aparecem várias bacias sedimentares, das quais, três se destacam em particular. A Bacia Chacoparanense tem um depocentro cambro-ordoviciano sobre o qual se sobrepõem, em discordância, as seqüências silúrico-devonianas, seguidas por uma sedimentação neopaleozóica e por depósitos eólicos e fluviais com vulcanismo extensional, do Jurássico-Cretáceo. O preenchimento da bacia culminou com a sedimentação cenozóica. A Bacia de Salado é formada por depósitos conglomeráticos do Jurássico-Cretáceo. No Cretáceo Inferior depositaram-se seqüências clásticas continentais que, no Terciário, foram cobertas por depósitos clásticos marinhos e continentais. Na Antefossa de Claromecó foram detectadas por estudos geofísicos, rochas sedimentares neopaleozóicas que alcançam em conjunto, 6 a 7km de espessura. A Bacia de Colorado compreende sedimentos paleozóicos recobertos por arenitos e pelitos cretácicos; estes, são sobrepostos em discordância angular, por pelitos marinhos paleocenos. A seqüência culmina com depósitos clásticos marinhos de idade miocênica..

Parte da Mesopotamia está incluída na província morfoestructural da Bacia Chacopampeana e parte na Bacia do Paraná. Na Mesopotamia argentina (Ramos, 1999), os depósitos mais antigos são arenitos vermelhos cretácicos interdigitados com derrames de basaltos toleióticos.

Siguen en discordancia sedimentitas miocenas. Se destacan luego importantes ingresiones marinas y finalmente durante el Pleistoceno se desarrolla un importante cono aluvial.

En Bolivia dentro de esta provincia morfoestructural se incluyen las provincias geológicas Llanura Chaco-beniana y Llanura Chapare–Boomerang-Sierras y Llanura chiquitanas.

La Llanura Chaco-beniana es una amplia planicie fluvial de la cuenca del Amazonas. En esta planicie se reconocen tres regiones: la Cuenca del Madre de Dios, la Llanura Beniana y la Plataforma Beniana.

La región del Madre de Dios posee secuencias casi horizontales, con una ligera ondulación y un marcado acunamiento sobre el Cratón de Guaporé, de las que aflora sólo la cubierta sedimentaria cenozoica. Otro extenso sector de la planicie amazónica del norte del país, corresponde a la Llanura Beniana en que se desarrolla una secuencia siluro-devónica y neógena, con ausencia de rocas permo-carboníferas y mesozoicas. La Llanura Beniana es una amplia llanura de inundación y constituye la cuenca de antepaís actual del cinturón de deformación del Subandino Norte. Estructuralmente, se caracteriza por la presencia de fallamiento inverso y fallamiento directo en el resto de la región con plegamiento suave o ausente. Finalmente, en la Plataforma Beniana están ausentes sedimentos paleozoicos, mesozoicos, paleógenos y neógenos. Sedimentos aluviales recientes de grano fino (arenas, limos y arcillas) sobreyacen directamente sobre el basamento proterozoico.

En Bolivia, en la provincia Llanura Chapare – Boomerang -Sierras y Llanura Chiquitanas, esta faja constituye el borde de la gran cuenca fanerozoica, especialmente de las secuencias paleozoicas marinas. Todas las formaciones siluro-devónicas se acunán en esta región. Tiene relación directa con las rocas del basamento proterozoico infrayacente, de las que derivan en su mayoría. La posición de borde de cuenca fue también un factor importante para la generación, migración y acumulación de hidrocarburos en la región de la faja Chapare-Boomerang

Superiormente, em discordância, ocorrem rochas sedimentares miocênicas. Mais acima na estratigrafia, ocorrem ingresões marinhas e, finalmente, durante o Pleis-toceno, desenvolveu-se um importante cone aluvial.

Na Bolívia, dentro da Província morfoestructural Chaco Pampeana incluem-se as províncias geológicas Planície Chaco-beniana e Planície Chapare-Boomerang-Sierras e Planície Chiquitanas.

A Planície Chaco-beniana é uma ampla planície fluvial da bacia do Amazonas, onde são reconhecidas três regiões: a Bacia do Madre de Dios, a Planície Beniana e a Plataforma Beniana.

A região de Madre de Diós possui seqüências quase horizontais, com uma ligeira ondulação e um marcado acunhamento sobre o Cráton de Guaporé; neste, aflora somente a cobertura sedimentar cenozóica. Outro setor do norte do país corresponde a Planície Beniana, em que se desenvolvem seqüências silúrico-devonianas e neógenas, com ausência de rochas permo-carboníferas e mesozóicas. A Planície Beniana é uma ampla planície de inundação e corresponde a bacia de antepaís atual do cinturão de deformação Subandino Norte. Estructuralmente, caracteriza-se pela presença de falhamento inverso e direto e, no resto da região por dobramento suave ou ausente. Finalmente, na Plataforma Beniana estão ausentes os sedimentos paleozóicos, mesozóicos, paleógenos e neógenos. Sedimentos aluviais finos (areias, lamas e argilas) sobrepõem-se diretamente ao embasamento proterozóico.

Na Bolívia, na província Planície Chapare-Boomerang-Sierras e Planície Chiquitanas, esta faixa constitui a borda da grande bacia fanerozoica, especialmente das seqüências paleozóicas marinhas. Todas as formações silúrico-devonianas se acunham nesta região. Elas têm relação direta com as rochas do embasamento proterozóico sobrejacente, das quais derivam em sua maioria. A posição de borda da bacia foi também um fator importante para a geração, migração e acumulação de hidrocarbonetos na região da faixa Chapare-Boomerang.

La cuenca del Paleozoico superior no alcanzó en su plenitud esta región; sólo están registrados reducidos espesores de sedimentos del Carbonífero en algunos pozos del área del Boomerang.

En la unidad Cenozoico Sedimentario Indiferenciado en Argentina se ubican las arenas silíceas (Diamante e Ibicuy, Entre Ríos). En Bolivia en la Cuenca del Madre de Dios y Madera se hallan principalmente aluviones auríferos.

En Diamante la geología del área está integrada por una secuencia sedimentaria cenozoica sin aparente disturbación tectónica. Los depósitos de arena silícea son sedimentos eólicos del litoral continental de la transgresión marina miocena. En su casi totalidad la composición mineralógica está dada por cuarzo límpido sin inclusiones (80%); sigue una fracción de cuarzo con inclusiones aciculares de rutilo o columnares de apatita (10%), feldspato débilmente sericitizados (5%) y calcedonia (3,6%). El contenido de SiO₂ alcanza 98,5%. Desde la década del '60 los volúmenes de producción mensual (Arrospide, 1999) oscilan entre 8.000 y 10.000 toneladas. Se utiliza en la fabricación de vidrio.

En Ibicuy los depósitos de arena silícea son sedimentos eólicos del litoral continental de la transgresión marina querandina (Arrospide, 1999). La fracción liviana de estas arenas (99,7%) es esencialmente cuarzo impurificado con óxidos de hierro; como minerales accesorios en esta fracción hay calcedonia y feldspatos parcialmente alterados. En la fracción de minerales pesados (0,3%) el 50% en peso corresponde a ilmenita/magnetita.

PROVINCIA SIERRAS PAMPEANAS

Esta provincia morfoestructural incluye en Argentina las provincias geológicas Sierras Pampeanas y Sistema de Famatina.

Sierras Pampeanas se divide a su vez en dos provincias con características diferentes: Sierras Pampeanas Orientales y Occidentales.

A bacia paleozóica inferior não alcançou seu desenvolvimento completo nesta região; só estão registrados reducidas espessuras de sedimentos carboníferos em alguns poços da área de Boomerang.

Na unidade Sedimentar Indiferenciada cenozóica da Argentina, encontram-se areias silicosas (Diamante e Ibicuy, Entre Rios). Na Bolívia, nas bacias do Madre de Diós e Madera, ocorrem principalmente aluviões auríferas.

Em Diamante, a geologia da área está composta por uma seqüência sedimentar cenozóica sem tectonismo aparente. Os depósitos de areias silicosas são sedimentos eólicos do litoral continental da transgressão marinha miocênica. A composição mineralógica, em sua quase totalidade, consta de quartzo límpido sem inclusões (80%), seguida por uma fração de quartzo com inclusões aciculares de rutilo ou colunares de apatita (10%), feldspatos fracamente sericitizados (5%) e calcedônia (3,6%). O conteúdo de SiO₂ alcança 98,5% (Arrospide, 1999). Desde a década de 60 os totais de produção mensal variam entre 8.000 e 10.000 t. São utilizadas na fabricação do vidro.

Em Ibicuy, os depósitos de areia silicosa são sedimentos eólicos do litoral continental da transgressão marinha querandina (Arrospide, 1999). A fração leve dessas areias (99,7%), consta essencialmente de quartzo tingido com óxido de ferro; como minerais acessórios nesta fração ocorrem calcedônia e feldspatos parcialmente alterados. Na fração dos minerais pesados (0,3%), a ilmenita/ magnetita corresponde a 50% em peso.

PROVÍNCIA SERRAS PAMPEANAS

Esta província morfoestructural inclui, na Argentina, as províncias geológicas Serras Pampeanas e Sistema de Famatina.

As **Serras Pampeanas** dividem-se, por sua vez, em duas províncias com características diferentes: Serras Pampeanas Orientais e Ocidentais.

En las Sierras Pampeanas Orientales (Ramos, 1999) se hallan metamorfitas proterozoicas en las que se emplazan granitoides calcoalcalinos de zona de subducción. Los granitoides post colisionales serían cámbricos; luego se intruye el batolito de Achala de edad silúrica a carbonífera inferior. El basamento de las Sierras Pampeanas Occidentales (Ramos, 1999) se caracteriza por metamorfitas y migmatitas, en las que la edad del metamorfismo sería ordovícica; se alojan en ellas granitoides calcoalcalinos de zona de subducción (gabros tholeíticos, tonalitas y granodioritas) de edad cámbrica a ordovícica media, que culmina con granitos post colisionales de edad ordovícica superior a devónica basal. En el Carbonífero inferior se emplazan granitos apotectónicos. Ambos sectores de las Sierras Pampeanas están cubiertos por sedimentitas continentales con intercalaciones piroclásticas del Neopaleozoico. En el Cretácico se observan basaltos alcalinos de sinrift y pequeños aparatos volcánicos basálticos del Cretácico superior. En el Cenozoico superior se hallan volcánicas de arco. La estructura de las Sierras Pampeanas se caracteriza por un sistema de montañas en bloque limitadas por fallas inversas.

En el **Sistema de Famatina** el basamento (Ramos, 1999) está formado por leptometamorfitas vendianas-tommotianas, a las que siguen depósitos tremadocianos hasta arenigianos interdigitados con volcánicas. La secuencia sedimentaria culmina con depósitos llanvirnianos. Estas rocas están atravesadas por plutonitas calcoalcalinas gábricas, tonalíticas, granodioríticas y graníticas, que corresponden a un arco magmático en margen continental activo. Siguen cuerpos graníticos post orogénicos de edad silúrica. Posteriormente se depositan sedimentos neopaleozoicos y sedimentitas triásicas de rift, correspondiendo en conjunto a cuencas continentales de origen tafrogénico. Luego se encuentran depósitos sinorogénicos terciarios interdigitados con volcánicas andesíticas y dacíticas de arco volcánico. La estructura del Sistema de Famatina es similar a la de las Sierras Pampeanas.

Nas Serras Pampeanas Orientais (Ramos, 1999) ocorrem rochas metamórficas proterozóicas, em que se alojam granitoides calcoalcalinos de zona de subducção. Os granitoides pós-colisionais seriam cambrianos; a seguir intruiu-se o batólito de Achala de idade siluriana a carbonífera inferior. O embasamento das Serras Pampeanas Ocidentais (Ramos, 1999) caracteriza-se por metamorfitos e migmatitos, em que a idade do metamorfismo seria ordoviciana. Alojamos-se nesses metamorfitos, granitoides calcoalcalinos da zona de subducção (gabros toleíticos, tonalitos e granodioritos) de idade cambriana a ordoviciana média, que culminam com granitos pós-colisionais de idade ordoviciana superior a devoniana basal. No Carbonífero Inferior alojaram-se granitos apotectônicos. Ambos setores das Serras Pampeanas estão cobertos por rochas sedimentares continentais com intercalações de piroclásticas do Neopaleozóico. No Cretáceo observam-se basaltos alcalinos de sin-*rift* e pequenos aparelhos vulcânicos basálticos de Cretáceo Superior. No Cenozóico Superior ocorrem vulcânicas de arco. As estruturas das Serras Pampeanas caracterizam-se por um sistema de montanhas em blocos limitados por falhas inversas.

No **Sistema de Famatina** (Ramos, 1999) o embasamento é formado por leptometamorfitos vendianos-tommotianos, seguidos por depósitos tremadocianos até arenigianos interdigitados com vulcânicas. A seqüência sedimentar culmina com depósitos llanvirnianos. Essas rochas são cortadas por plutões calcoalcalinos gábricos, tonalíticos, granodioríticos e graníticos, que correspondem a um arco magmático em margem continental ativo. Seguem corpos graníticos pós-orogênicos de idade siluriana. Posteriormente, depositaram-se sedimentos neopaleozóicos e rochas sedimentares triássicas de *rift*, correspondendo, em conjunto, a bacias continentais de origem tafrogênica. Seguem depósitos sinorogênicos terciários interdigitados com vulcânicas andesíticas e dacíticas de arco vulcânico. A estrutura do Sistema de Famatina é similar ao das Serras Pampeanas.

El magmatismo básico asociado a los episodios pre-pampeanos y pampeanos (Zappettini, 1999), que tuvo lugar en Argentina durante el Proterozoico, está representado por cuerpos anfibolíticos con los que se vincula mineralización de tipo Chipre (Tío, Tauro y Las Cuevas, Córdoba).

Con los niveles ultramáficos de secuencias ofiolíticas se formaron concentraciones de cromita podiforme, luego obducidas. En base a la localización geográfica y a la caracterización genética de las rocas de caja (Mutti, 1999), se determinan cuatro distritos cromíferos en la vertiente oriental de la sierra de Comechingones, que orientados de norte a sur son: Atos Pampa, Los Guanacos, San Lorenzo y Los Permanentes. En el distrito Los Guanacos, en Córdoba, la cromita se emplaza en rocas serpentinizadas entre 60 y 90%, cuya mineralización está representada por cromita, cromoespino, magnetita, ilmenita, ferricromita y cromita aluminífera, en ganga de serpentinas, con menor cantidad de clinocloro, olivina, enstatita, tremolita-actinolita y brucita; la morfología varía desde tabular a podiforme maciza, diseminada, bandeada, en venillas y en *schlieren*. Una estimación de reservas en un sector del distrito Los Guanacos indica 250 t de cromita con un contenido mayor de 39% de Cr_2O_3 .

Durante el Cámbrico inferior, previo a la acreción de los terrenos Pampia y Antofalla-Arequipa y asociadas al magmatismo de retroarco representado por trondhjemitas en los Nevados de Palermo (Zappettini, 1999), en Argentina se emplazaron pegmatitas ricas en Nb-Ta. Se destaca como ejemplo de este modelo el distrito El Quemado, en Salta, que se ubica en la parte septentrional de las Sierras Pampeanas; en la mina Santa Elena de este distrito las reservas son de 5 Mt, con leyes de 0,014% Ta_2O_5 , 0,006% Nb_2O_5 y 0,07% Li (Galliski, 1999). Dentro de esta unidad se encuentran las pegmatitas del distrito Valle Fértil, de gran importancia económica en la provincia de San Juan.

El distrito Valle Fértil (cuarzo-feldespato potásico-mica) comprende tres grupos de pegmatitas: Balilla, Aurora y Tinacria, ubicados en la porción oriental de la sierra homónima (Galliski, 1999).

O magmatismo básico asociado aos episódios pré-pampeanos e pampeanos (Zappettini, 1999), que teve lugar na Argentina durante o Proterozóico, está representado por corpos anfibolíticos com que se relacionam mineralizações do tipo Chipre (Tio, Tauro e Las Cuevas, em Córdoba).

Com os níveis ultramáficos de seqüências ofiolíticas formaram-se concreções de cromita podiforme, logo obduzidas. Com base na localização geográfica e na caracterização genética das rochas encaixantes (Mutti, 1999), determinam-se quatro distritos cromíferos na vertente oriental da serra de Comechingones, que orientados de norte a sul, são: Atos Pampa, Los Guanacos, San Lorenzo e Los Permanentes. No distrito Los Guanacos, em Córdoba, a cromita aloja-se em rochas serpentinizadas entre 60% e 90%, cuja mineralização está representada por cromita, espinelo cromífero, magnetita, ilmenita, ferricromita, aluminocromita, em ganga de serpentinas, com menor quantidade de clinocloro, olivina enstatita, tremolita-actinolita e brucita. A morfologia varia desde tabular a podiforme maciza, disseminada, bandada, em *vênulas* e em *schlieren*. Uma estimativa de reservas, em um setor do distrito Los Guanacos, indica 250 t de cromita com teor superior a 39% Cr_2O_3 .

Durante o Cambriano Inferior, previamente à acreção dos terrenos Pampia e Antofalla-Arequipa e associados ao magmatismo de retroarco representado por trondhjemitos nos Nevados de Palermo (Zappettini, 1999), alojaram-se pegmatitos ricos em Nb-Ta. Destaca-se, como exemplo deste modelo, o distrito El Quemado, em Salta, que se localiza na parte setentrional das Sierras Pampeanas. Na mina Santa Elena desse distrito, as reservas são de 5 Mt, com teores de 0,014% Ta_2O_5 , 0,006% Nb_2O_5 e 0,07% Li (Gallinski, 1999). Dentro dessa unidade encontram-se os pegmatitos do distrito Valle Fértil, de grande importância econômica na província de San Juan.

O distrito Valle Fértil (quartzo-feldspato potássico-mica) compreende três grupos de pegmatitos: Balilla, Aurora e Tinacria, localizados na porção oriental da serra homónima (Gallinski, 1999).

El basamento cristalino de la sierra está compuesto por metabasitas y gneises granodioríticos y por granodioritas gnéissicas de Complejo Metamórfico, este último en facies anfibolita y granulita. En el grupo Balilla la roca de campo es un gabro alternante con anfibolita. En los otros dos grupos predominan tonalitas que presentan fajas cataclásticas. En el centro del distrito aflora un granito biotítico medianamente cataclástico. Estas rocas pertenecen probablemente al Precámbrico y se encuentran entre los terrenos Pampia y Precordillera, muy próximas a ellos.

Las pegmatitas tienen estructura zonal irregular (Galliski, 1999), con zonas de borde, externas e intermedias y núcleos. Las **zonas de borde**, de grano fino, se componen de plagioclasa, cuarzo, con o sin moscovita, y con biotita o vermiculita y granate como minerales accesorios. Las **zonas externas** están compuestas por microclino pertítico, plagioclasa y cuarzo, con predominio de los dos primeros. Su granulometría es mediana a gruesa y como minerales accesorios hay biotita o vermiculita y granate. Las **zonas intermedias** tienen una composición equivalente a la de las zonas externas, pero con mayor tamaño de grano (grueso a muy grueso); el mineral accesorio es moscovita en fajas. En los **núcleos** se observan microclino pertítico y cuarzo.

La morfología es en general tabular, con extremos redondeados (Galliski, 1999). Las pegmatitas se habrían originado durante los ciclos Pampeano y Famatiniano y posiblemente uno más antiguo. Las pegmatitas de este distrito pueden clasificarse como pertenecientes a la clase moscovita, si bien la productividad en este mineral no alcanza la del típico representante. El origen de estas pegmatitas podría ser anatético.

Los contenidos aprovechables de feldspato potásico y cuarzo de estas pegmatitas son en forma estimativa de 30 y 25% respectivamente. Las leyes en moscovita comercial son inferiores al 2% (Galliski, 1999).

O embasamento cristalino da serra está composto por metabasitos e gnaisses granodioríticos e por granodioritos gnáissicos do Complexo Metamórfico, este último em fácies anfibolito e granulito. No Grupo Balilla, a rocha aflorante é um gabro alternado com anfibolito. Nos outros dois grupos predominam tonalitos que apresentam faixas cataclásticas. No centro do distrito aflora um granito biotítico medianamente cataclástico. Estas rochas pertencem provavelmente ao Pré-Cambriano, e se encontram entre os terrenos Pampia e Precordillera, muito próximo a eles.

Os pegmatitos têm estrutura zonal irregular (Gallinski, 1999), com zonas de borda, externas e intermediárias e núcleos. As **zonas da borda**, de grão fino, compõem-se de plagioclásio, quartzo, com ou sem muscovita, e com biotita ou vermiculita e granada como minerais acessórios. As **zonas externas** estão compostas de microclíneo pertítico, plagioclásio e quartzo, com predominio dos primeiros. Sua granulometria é média a grossa, e como minerais acessórios ocorrem biotita ou vermiculita e granada. As **zonas intermediárias** têm composição equivalente a das zonas externas, porém com maior tamanho de grão (grosso a muito grosso); o mineral acessório é muscovita em faixas. Nos **núcleos** observam-se microclíneo pertítico e quartzo.

A morfologia é, em geral, tabular com os extremos arredondados (Gallinski, 1999). Os pegmatitos originaram-se durante os ciclos Pampeano e Famatiniano e, possivelmente, num ciclo mais antigo. Eles podem classificar-se como pertencentes a classe muscovita, se bem que a produtividade neste mineral não alcança a de um típico representante. A origem dos pegmatitos poderia ser anatética.

Os conteúdos aproveitáveis de feldspato potássico e quartzo desses pegmatitos são, de forma estimativa, da ordem de 30% e 25%, respectivamente. Os teores de muscovita comercial são inferiores a 2% (Gallinski, 1999).

Asociadas a los episodios pampeanos y pre-pampeanos (Galliski, 1999) en Argentina hay calizas en la secuencia sedimentaria metamorfizada (Sierra Chica de Córdoba; Peñas Azules, Tucumán). Debido al metamorfismo atribuido a la acreción del terreno Pampia con el de Río de La Plata, se formaron depósitos de silicatos de aluminio y calcio (Sierra Chica de Córdoba; Tacuil, Salta).

El magmatismo básico asociado a los episodios mencionados (Zappettini, 1999), que tuvo lugar durante el Proterozoico, está representado por cuerpos anfibolíticos con los que se vincula mineralización de W, que consiste en scheelita asociada a las anfibolitas y a rocas calcosilicáticas (Altautina, Santa Rosa, Pampa de Olaen y Agua de Ramón, Córdoba; Sierra del Morro y Yulto, San Luis). En relación con una actividad volcánica ácida de los episodios pampeanos y pre-pampeanos se emplazaron depósitos estratoligados volcánico-exhalativos de W (Santo Domingo, La Florida, La Teodolina y Los Cocos, San Luis).

Los distritos más conocidos con mineralización de wolframio constituyen una faja importante desde el punto de vista metalogenético, que comienza en Córdoba y termina en San Luis, alcanzando 300 km de longitud.

El distrito de la sierra de Altautina (Ametrano, 1999) consiste en mineralización de scheelita, y tiene carácter estratoligado; la scheelita se disemina en rocas calcosilicáticas y en anfibolitas. La mineralización se vincula con procesos volcánico-exhalativos sucedidos durante la sedimentación clástica de edad proterozoica superior-paleozoica inferior. Las leyes del distrito oscilan entre 0,5 y 1,40% WO₃ (Ametrano, 1999). Se conocen datos de reservas sólo en la mina San Juan Bosco: 7.635 t medidas y 24.983 t probables.

En el distrito Santa Rosa (Herrmann, 1999) la mineralización es lentiforme y exclusivamente scheelítica; se incluye en bancos definidos y delimitados de rocas calcosilicáticas, las que yacen íntimamente relacionadas con calizas cristalinas y anfibolitas.

Associados aos episódios pampeanos e pré-pampeanos na Argentina (Zappettini, 1999), ocorrem calcários na seqüência sedimentar metamorfizada (Serra Chica de Córdoba; Peñas Azules, Tucumán). Debido o metamorfismo atribuído à acreção do terreno Pampia com o do Rio de La Plata, formaram-se depósitos de silicatos de alumínio e cálcio (Serra Chica de Córdoba; Tacuil, Salta).

O magmatismo associado aos episódios mencionados (Zappettini, 1999), que teve lugar durante o Proterozóico, está representado por corpos anfibolíticos, com que se relaciona a mineralização de W, que consiste de scheelita associada aos anfibolitos e rochas calcissilicáticas (Altautina, Santa Rosa, Pampa de Olaen e Agua de Ramón, Córdoba; e Sierra del Morro e Yulto em San Luis). Vinculada a atividade vulcânica ácida dos episódios pampeanos e pré-pampeanos formaram-se ainda depósitos *strata-bound* vulcano-exalativos de W (Santo Domingo, La Florida, La Teodolina e Los Cocos, San Luis).

Os distritos mais conhecidos com mineralização de volfrâmio, constituem uma faixa importante do ponto de vista metalogenético, que começa em Córdoba e termina em San Luis, alcançando 300 km de extensão.

O distrito da serra Altautina (Ametrano, 1999) consiste em mineralização de scheelita e tem caráter *strata-bound*. A scheelita está disseminada em rochas calcissilicáticas e em anfibolitos. A mineralização vincula-se com processos vulcano-exalativos que ocorreram durante a sedimentação clástica de idade proterozóica superior-paleozóica inferior. Os teores do distrito variam entre 0,5 a 1,40% WO₃ (Ametrano, 1999). São conhecidos dados de reserva somente da mina San Juan Bosco: 7.635 t medidas e 24.983 t prováveis

No distrito Santa Rosa (Herrmann, 1999), a mineralização é lenticular e exclusivamente scheelítica; inclui-se em bancos definidos e delimitados de rochas calcissilicáticas, fazendo com que estejam intimamente relacionadas com calcários cristalinos e anfibolitos.

La scheelita se presenta diseminada, alineada y en capas de espesor milimétrico. Se determinó una ley máxima de 1,30% WO₃.

En el distrito Pampa de Olaen (Gamba, 1999) la mineralización primaria (scheelita diseminada en rocas calcosilicáticas) data del Precámbrico-Paleozoico inferior y se relaciona directamente con la orogenia Pampeana; se determinaron reservas por 0,03 Mt y ley de 1,5% WO₃.

En el distrito Agua de Ramón (Tourn, 1999) la mineralización se presenta en vetas de cuarzo con wolframita en tonalita; en menor proporción también hay scheelita diseminada preferentemente en rocas calcosilicáticas. En la mina La Armonía las leyes medias alcanzan entre 0,94 y 2,2%. En ciertas vetas de las minas El Carmen, Mercedes, La Armonía, Esmeralda y Relámpago se determinaron 700 t de minerales de wolframio con 65% WO₃ hasta 60 m de profundidad.

El distrito Sierra del Morro comprende dos sectores: Oeste y Este. En el Oeste, la mineralización más importante es la estratoligada y se relaciona con rocas calcosilicáticas, mármoles y anfibolitas. La mineralogía (Brodtkorb y Brodtkorb, 1999) consiste en scheelita, pirita, calcopirita, pirrotina, esfalerita, molibdenita, bismutinina, magnetita, hematita, ilmenita, cubanita, aikinita, bournonita, tetraedrita y galena; también se encuentran calcosina, covelina y malaquita. Las mayores reservas probables se encuentran en la mina Cerro Morro N° 1, con 16.300 toneladas. En el sector, las leyes máximas varían entre 0,55 y 1,45% WO₃. En el sector Este la mineralización de scheelita se disemina en lentes y bancos.

En el distrito Sierra de Yulto, cuya génesis es la misma que la de Sierra del Morro, las rocas dominantes son esquistos migmatíticos y migmatitas, acompañados por anfibolitas, mármoles y esquistos epidótico-anfibólicos. El mineral de W es scheelita, que se presenta en forma diseminada. Las leyes oscilaron entre 0,4 y 2%. En la mina La Coquita se consideró una reserva de 4.000 toneladas.

A scheelita apresenta-se disseminada, separada e em camadas de espessura milimétrica. Tem um teor máximo de 1,3% WO₃.

No distrito de Pampa de Olaen (Gamba, 1999), a mineralização primária (scheelita disseminada em rochas calcosilicáticas) data do Pré-Cambriano-Paleozoico Inferior e relaciona-se diretamente com a orogenia Pampeana; as reservas determinadas alcançam 0,03 Mt, com teor de 1,5% WO₃.

O distrito Agua de Ramón (Tourn, 1999), a mineralização apresenta-se em veios de quartzo com wolframita em tonalito; em menor proporção também há scheelita disseminada, preferentemente e em rochas calcosilicáticas. Na mina La Armonia os teores médios alcançam entre 0,94 e 2,2%. Em certos veios das minas El Carmen, Mercedes, La Armonía, Esmeralda e Relámpago determinaram-se 700 t de minerais de volfrâmio com 65% WO₃ até 60 metros de profundidade.

O distrito Sierra de Morro compreende dois setores: oeste e leste. No oeste, a mineralização mais importante é a *strata-bound* e se relaciona com rochas calcossilicáticas, mármoles e anfibolitos. A mineralogía (Brodtkorb e Brodtkorb, 1999) consiste em scheelita, pirita, calcopirita, pirrotina, esfalerita, molibdenita, bismutinina, magnetita, hematita, ilmenita, cubanita, aikinita, bournonita, tetraedrita e galena; também se encontram calcosina, covelita e malaquita. As maiores reservas na categoria prováveis encontram-se na mina Cerro Morro n° 1, com 16.300 toneladas. No setor, os teores máximos variam entre 0,55 e 1,45% WO₃ (Brodtkorb e Brodtkorb, 1999). No setor leste a mineralização de scheelita dissemina-se em lentes e bancos.

No distrito Sierra de Yulto, cuja génesis é a mesma que da Sierra de Morro, as rochas dominantes são xistos migmatíticos e migmatitos, acompanhados por anfibolitos, mármoles e xistos epidoto-anfibólicos. O mineral de tungstênio é scheelita, que se apresenta de forma disseminada. Os teores oscilam entre 0,4 e 2%. Na mina La Coquita (Brodtkorb e Brodtkorb, 1999) considerou-se uma reserva de 4.000 toneladas.

Con respecto a los depósitos volcánico-exhalativos de W relacionados con volcanismo ácido (Brodtkorb et al., 1999), las rocas aflorantes son metavolcanitas, filitas, esquistos biotíticos, esquistos cuarzo-granatíferos, cuarcitas y pizarras de la Formación San Luis; en el distrito Los Cocos también se hallan turmalinitas. La mineralogía consiste en scheelita diseminada en metavolcanitas, en esquistos biotíticos, en cuarcitas y en venillas con cuarzo y cuarzo-turmalina. En la mina La Florida se estimaron reservas por 25.000 toneladas.

Se describen a continuación las metacalizas, que constituyen depósitos de gran importancia económica e Argentina.

Las metacalizas afloran en asociación con el basamento cristalino metamórfico de la provincia de Córdoba (Sfragulla et al., 1999), especialmente gneises, anatexitas, anfíbolitas y en algunos casos rocas ultramáficas. El grado metamórfico en su mayoría es medio a alto, asociándose con frecuencia minerales tales como tremolita, wollastonita, dióxido y otros. Por lo general yacen en bancos tabulares y/o lenticulares con frecuencia. Son calizas metamórficas de textura granoblástica, con tamaños que varían entre micro y macrocristalinos, siendo frecuentes las texturas espáticas. Están muy afectadas por plegamiento y es común observar texturas cataclásticas.

En las sierras de Córdoba se han delimitado tres grandes lineamientos regionales de orientación submeridional, denominados Cordón Oriental, Cordón Central y Cordón Occidental (Sfragulla et al., 1999).

Cordón Oriental

Abarca la Sierra Chica. Las rocas tienen una tendencia dolomítica al norte con áreas calcíticas y al sur es marcadamente dolomítica. El distrito de composición calcítica más importante es Yocsina-Malagueño, con reservas de 202 Mt (probables+posibles), tenores de MgO que excepcionalmente alcanzan el 4%, y porcentajes de insolubles que en casos llegan al 10% (Sfragulla et al., 1999).

Com respeito aos depósitos vulcano-exalativos de W relacionados com vulcanismo ácido (Brodtkorb *et al.* 1999), as rochas aflorantes são metavulcânicas, filitos, xistos biotíticos, xistos quartzo-granatíferos, quartzitos, ardósias (pizarras) da Formação San Luis. No distrito Los Cocos também ocorrem turmalinitas. A mineralogia consiste em scheelita diseminada em metavulcânicas, em xistos biotíticos, em quartzitos e em vênulas com quartzo e quartzo-turmalina. Na mina La Florida estimaram-se reservas de 25.000 toneladas.

Descreve-se a seguir, os metacalcários, que constituem depósitos de grande importância econômica na Argentina.

Os metacalcários afloram em associação com o embasamento cristalino metamórfico da província de Córdoba (Sfragulla *et al.* 1999), especialmente gnaisses, anatexitos, anfíbolitos e, em alguns casos, rochas metamórficas. O grau metamórfico em sua maioria, é médio a alto, associando-se com frequência, minerais tais como tremolita, wollastina, dióxido e outros. Em geral, ocorrem em bancos tabulares e ou lenticulares. São calcários metamórficos de textura granoblástica, com tamanhos que variam entre micro e macrocristalinos, sendo frequentes as texturas espáticas. Estão muito afetadas por dobramento, e é comum se observar texturas cataclásticas.

Nas serras de Córdoba foram delimitados três grandes lineamentos regionais de orientação submeridional, denominados Cordón Oriental, Cordón Central e Cordón Occidental (Sfragulla *et al.* 1999).

Cordón Oriental

O Cordón Oriental abrange a serra Chica; as rochas têm uma tendência dolomítica ao norte com algumas áreas calcíticas, e ao sul é marcadamente dolomítica. O distrito de composição calcítica mais importante é o Yocsina-Malagueño, com reservas de 202 Mt (prováveis+ possíveis), teores de MgO que, excepcionalmente, alcançam 4%, e porcentagens de insolúveis que, em alguns casos, chegam a 10% (Sfragulla *et al.* 1999).

Otros yacimientos importantes son: El Sauce, Carapé Oeste, La Reducción, sur de La Calera, Falda del Carmen, Lagunilla, Bosque Alegre, Alta Gracia, Valle de Buena Esperanza, Los Paredones, La Bolsa, La Paisanita, J. de la Quintana, El Manzano, San Agustín, Parador de la Montaña, Los Cóndores y Las Peñas, todos de composición dolomítica. Entre los de composición calcítica se distinguen Dumesnil, Cosquín, Biolet Massé, La Calera, Unquillo y Carapé Este.

Cordón Central

Abarca la Sierra Grande de Córdoba. En el norte de este Cordón las composiciones son marcadamente calcíticas, mientras que en el extremo sur son dolomíticas (Sfragulla et al., 1999). El yacimiento más importante es Quilpo, considerado el más importante de la provincia de Córdoba, tanto desde el punto de vista industrial como así también minero. Este yacimiento se divide en dos cordones: occidental y oriental. El occidental es el que ha concentrado hasta la fecha prácticamente toda la explotación, mientras que el oriental está intacto. Los mármoles tienen granulometría variable, forma tabular y rumbo nordeste (Sfragulla et al., 1999). Las reservas alcanzan 70,976 Mt para todo el yacimiento. Otros depósitos calcíticos de considerable importancia son Pampa de los Guanacos, La Fronda, Centenario, Estancia El Potrerillo, Los Troncos, Pampa de Olaen-Piedras Grandes (incluye Fundación San Roque), Valle Hermoso-San Antonio (De Filippi, Sbuelz-Burgio) y La Higuera-San Carlos. Hacia el oeste se tornan más dolomíticos, aunque se pueden encontrar composiciones extremas en depósitos vecinos, como en Characato (magnesiano) y en Candelaria (magnesiano + calcítico). Hacia el sur se hacen francamente más magnesianos como en Los Gigantes (uno de los más importantes y explotados), Tala Cañada, Cuchi Yaco, Sagrada Familia, Las Rosas, La Sierrita y Ambul. Mucho más al sur hay manifestaciones calcíticas: Atos Pampa y Amboy-Santa Rosa de Calamuchita. Finalmente en el extremo sur del Cordón hay depósitos típicamente dolomíticos, tales como Rincón de los Sauces, Cañada de Alvarez y Achiras (Sfragulla et al., 1999).

Outros jazimentos importantes são: El Sauce, Carapé Oeste, La Reducción, sur de La Calera, Falda del Carmen, Lagunilla, Bosque Alegre, Alta Gracia, Valle de Buena Esperanza, Los Paredones, La Bolsa, La Paisanita, J. de la Quintana, El Manzano, San Agustín, Parador de la Montaña, Los Cóndores e Las Peñas, todos de composição calcítica. Entre os de composição calcítica distinguem-se Dumesnil, Cosquín, Biolet Massé, La Calera, Unquillo e Carapé Este.

Cordón Central

O Cordón Central abrange a serra Grande de Córdoba. Ao norte deste Cordón, as composições são marcadamente calcíticas, enquanto que no extremo sul são dolomíticas (Sfragulla et al. 1999). O jazimento mais importante é Quilpo, considerado o mais importante da província de Córdoba, tanto do ponto de vista industrial, como também mineiro. Este jazimento divide-se em dois cordões: ocidental e oriental. O ocidental é o que tem concentrado até o presente, praticamente toda a exploração, enquanto o oriental está intacto. Os mármoles têm granulometria variável, forma tabular e rumbo nordeste (Sfragulla et al. 1999). As reservas alcançam 70, 976 Mt para todo o jazimento (Beninato, 1999). Outros depósitos calcíticos de considerável importância são Pampade los Guanacos, La Fronda, Centenario, Estancia El Porterillo, Los Troncos, Pampa de Olaen-Piedras Grandes (inclui Fundación San Roque), Valle Hermoso-San Antonio (De Filippi, Sbuelz-Burgio) e La Higuera- San Carlos. Para oeste tornam-se mais dolomíticos, ainda se podem encontrar composições extremas em depósitos vizinhos, como em Characato (magnesiano) e em Candelaria (magnesiano+calcítico). Para sul tornam-se francamente mais magnesianos como em Los Gigantes (um dos mais importantes e explotados), Tala Cañada, Cuchi Yaco, Sagrada Familia, Las Rosas, La Sierrita e Ambul. Muito mais ao sul existem manifestações calcíticas: Atos Pampa e Amboy-Santa Rosa de Calamuchita. Finalmente, no extremo sul do Cordón tem depósitos tipicamente dolomíticos, tais como Rincón de los Sauces, Cañada de Alvarez e Achiras (Sfragulla et al. 1999).

Este Cordón abarca las sierras de Guasapampa, Pocho y Altautina. En él las tendencias son fundamentalmente dolomíticas (Sfragulla et al., 1999), mencionándose los depósitos Santa Elena, Ciénaga del Coro, Ojo de Agua y Altautina-Las Tapias. También existen algunos de composición calcítica, como Cerro Azul y La Playa.

En Argentina se desarrollaron durante el Ordovícico superior-Silúrico inferior procesos de metamorfismo dinámico y térmico que controlaron el emplazamiento de vetas de antimonita en rocas del basamento (Zappettini, 1999); tal es el caso del distrito La Cébila, en La Rioja, con 0,5 Mt de reservas y ley de 1-4% Sb (Lavandaio, 1999).

Con el magmatismo ultramáfico de arco de islas que hoy representa la sutura entre los terrenos Pampia y Famatina (Zappettini, 1999) se generaron concentraciones magmáticas de sulfuros de Cu-Ni, Cr y PGE (Fiambalá, Catamarca).

El magmatismo de arco famatiniano dió lugar a concentraciones de pegmatitas berilíferas (distritos Altautina y Comechingones, Córdoba; La Estanzuela, San Luis). En parcial coincidencia temporal (Zappettini, 1999), con la acreción de Chileña se generó en el terreno Pampia un magmatismo post colisional y anorogénico de importante significado metalogénico durante el lapso Silúrico inferior-Carbonífero, con el que se asocian pegmatitas portadoras de Be-Li (distritos Punilla y Alta Gracia, Córdoba, así como pegmatitas simples portadoras de cuarzo-feldespato-mica (innumerables pegmatitas de las sierras de San Luis, Córdoba, La Rioja y Catamarca). Asimismo se emplazaron depósitos vetiformes de W (Los Cóndores y Los Avestruces-La Aspereza, San Luis; Ambul y Cerro Aspero, Córdoba); de Sn (distrito El Fraile, Catamarca); de U con remobilizaciones supergénicas, como Schlagentweit, Córdoba, en el que las reservas (Blasón, 1999) alcanzan 2,9 Mt con 0,0152% U; de Pb-Zn-Ag, en el que se destaca el distrito El Guaico (Candiani y Sureda, 1999) en Córdoba, con reservas de

O Cordón Occidental abrange as serras de Guasapampa, Pocho e Altautina. Nele, as tendências são fundamentalmente dolomíticas (Sfragulla *et al.* 1999), mencionando-se os depósitos de Santa Elena, Ciénaga del Coro, Ojo de Agua e Altautina-Las Tapias. Também existem alguns de composição calcítica como Cerro Azul e La Playa.

Na Argentina, desenvolveram-se durante o Ordoviciano Superior-Siluriano Inferior, processos de metamorfismo dinâmico e térmico que controlaram o emplaçamento dos veios de antimonita em rochas do embasamento (Zappettini, 1999); tal é o caso do distrito La Cébila, em La Rioja, com reservas de 0,5 Mt e teores de 1-4% Sb (Lavandaio, 1999).

Com o magmatismo ultramáfico de arco de ilhas que hoje representa a sutura entre os terrenos Pampia e Famatina (Zappettini, 1999), geraram-se concentrações magmáticas de sulfetos de Cu-Ni, Cr e PGE (Fiambalá, Catamarca). O magmatismo do arco famatiniano deu lugar a concentrações de pegmatitos berilíferos (distritos Altautina e Comechingones, Córdoba; La Estanzuela, San Luis). Em coincidência temporal (Zappettini, 1999) parcial com a acreção de Chileña gerou-se no terreno Pampia, um magmatismo pós-colisional, anorogénico, de importante significado metalogénico durante o lapso Siluriano Inferior-Carbonífero, com o qual se associam pegmatitos portadores de Be-Li (distritos Pinilla e Alta Gracia, Córdoba), bem como pegmatitos simples portadores de quartzo-feldspato-mica (inumeráveis pegmatitos das serras de San Luis, Córdoba, La Rioja e Catamarca). Do mesmo modo alojaram-se depósitos vetiformes de W (Los Cóndores, e Los Avestruces-La Aspereza, San Luis; Ambul e Cerro Áspero, Córdoba); de Sn (distrito El Fraile, Catamarca); de U com remobilizações supergénicas, como Schagentweit (Córdoba), em que as reservas (Blasón, 1999) alcançam 2,9 Mt com 0,0152% U (Candiani e Sureda, 1999); de Pb-Zn-Ag, em que se destaca o distrito El Guaico (Córdoba), com reservas de

120.000 t y leyes medias de 326 g/t Ag, 1,97% Pb y 2,03% Zn; y también greisenes de W-Sn (distrito Los Ratonés, Catamarca).

La acreción de los terrenos Chilena y Pampia generó importantes corredores tectónicos y el desarrollo de zonas de cizalla canalizadoras de fluidos que removilizaron y concentraron oro del basamento. Se destacan el distrito Sierra de las Minas (Cravero, 1999) en La Rioja (reservas de 0,3 Mt y ley de 10-12 g/t Au), y el distrito Monserrat-La Candelaria (Miró, 1999) en Córdoba, con 0,08 Mt de reservas y ley de 5,44 g/t Au, así como localmente W (Río Guzmán, San Luis) (Zappettini, 1999).

El distrito La Estanzuela (Litio-tantalio-berilo-cuarzo-feldespato) (San Luis, Argentina) incluye pegmatitas de la clase elementos raros. Las más importantes (Galliski, 1999) son La Viquita, Virgen del Milagro, Itá Porá, La Portezuelense y Don Rolando, que tienen morfología lenticular a tabular.

La pegmatita La Viquita ha sido la más estudiada y objeto de mayor explotación. Se emplaza forzada y discordantemente en forma pre a sincinemática en esquistos micáceos turmalinizados y moscovitizados. Tiene estructura zonal simétrica; las zonas están compuestas por los siguientes minerales: **borde:** cuarzo, moscovita; **externa:** microclino, cuarzo, moscovita, con mayor granulometría que la de borde; **intermedia exterior:** microclino, cuarzo, moscovita, albita, montebrasita, espodumeno; **intermedia:** mayor cantidad de espodumeno; **intermedia interior:** aumento significativo de cuarzo; **núcleo:** cuarzo, espodumeno, microclino. Las unidades de relleno tienen moscovita y cuarzo, mientras que las de reemplazo están compuestas por espodumeno, albita y cuarzo, o por moscovita, cuarzo y minerales de tantalio (Galliski, 1999). Las pegmatitas de este distrito son orogénicas y pertenecen al ciclo Famatiniano.

El yacimiento Los Condores (San Luis, Argentina) se aloja en esquistos biotíticos en parte inyectados, en los que se ubican filones pegmatíticos con turmalina y apatita y distintas vetas de cuarzo-turmalina (Etcheverry y Broftkorb, 1999).

120.000 t, e teores médios de 326 g/t Ag, 1,97% Pb e 2,03% Zn (Candiani e Sureda, 1999); bem como os greisens de W-Sn do distrito Los Ratonés (Catamarca).

A acreção dos terrenos Chilena e Pampia gerou importantes sistemas tectônicos e o desenvolvimento de zonas de cisalhamento canalizadoras de fluidos que remobilizaram e concentraram ouro do embasamento. Destacam-se os distritos Sierra de las Minas (Cravero, 1999) em La Rioja, com reservas de 0,3 Mt e teor de 10-12 g/t; e o distrito Monserrat-La Candelaria (Miro, 1999), em Córdoba, com 0,08 Mt de reservas e teor de 5,44 g/t Au, assim como localmente, W em Rio Guzmán (San Luis) (Zappettini, 1999).

O distrito La Estanzuela (lítio-tântalo-berilo-quartzo-feldspato) em San Luis, Argentina, inclui pegmatitos da classe de elementos raros. Os mais importantes (Galinski, 1999) são La Viquita, Virgen del Milagro, Ita Porá, La Portezuelense e Dom Rolando, que têm morfologia lenticular a tabular.

O pegmatito La Viquita tem sido o mais estudado e objeto de maior exploração. Alojouse, forçada e discordantemente, de forma pré a sincinemática em xistos micáceos turmalinizados e moscovitizados. Tem estrutura zonal simétrica e as zonas estão compostas pelos seguintes minerais: **borda:** quartzo, moscovita; **externa:** microclíneo, quartzo, moscovita, com maior granulação do que na borda; **intermediária exterior:** microclíneo, quartzo, moscovita, albita, montebrasita, espodumeno; **intermediária:** maior quantidade de espodumeno; **intermediária interior:** aumento significativo de quartzo; **núcleo:** quartzo, espodumeno, microclíneo. As unidades de preenchimento abrangem moscovita e quartzo, enquanto as de substituição são compostas por espodumeno, albita e quartzo ou por moscovita, quartzo e minerais de tântalo (Galinski, 1999). Os pegmatitos desse distrito são orogénicas e pertencem ao ciclo Famatiniano.

O jazimento Los Condores (San Luis, Argentina) aloja-se em xistos biotíticos em parte injetados, em que situam-se filões pegmatíticos com turmalina, apatita e distintos veios de quartzo-turmalina (Etcheverry e Broftkorb, 1999).

La mineralización (Etcheverry y Brodtkorb, 1999) es vetiforme, observándose turmalinización y argilización de las cajas. La mineralogía consiste en wolframita, scheelita, sanmartinita, pirita, calcopirita, pirrotina, bismutinina, wittichenita, antimonita y molibdenita, además de oro, antimonio y bismuto nativos. Los minerales secundarios son covelina, limonitas, jarosita, malaquita, azurita, atacamita, crisocola, bismutita y ocre de tungsteno. Entre los minerales de ganga son cuarzo, moscovita, fluorita, turmalina, calcita, apatita y feldspato. En 1962 se asignaron reservas por 282.000 t con leyes de 0,3 a 0,5% WO_3 (Etcheverry y Brodtkorb, 1999).

Se describen brevemente los ya mencionados con anterioridad: Los Avestruces-La Aspereza, Ambul y Cerro Aspero.

En *Los Avestruces-La Aspereza* afloran en el yacimiento (Etcheverry y Brodtkorb, 1999) esquistos cuarzo-biotíticos y gneises biotíticos, intruidos por cuerpos irregulares de granitoides (granitos, granodioritas y tonalitas). En el sector oeste se emplaza el Batólito de Las Chacras, que es un complejo multifásico posttectónico con abundantes aplitas y pegmatitas, a las que se asocian minerales de Be-Li-Nb. La mineralización se halla en vetas con scheelita y wolframita, con escasas pirita, calcopirita y calcosina; también hay hematita, fluorita, turmalina y berilo. Como minerales supergénicos se observan calcosina, covelita, goethita, cuprita, bismutita, malaquita y azurita. La ganga consiste en cuarzo, biotita, feldspato potásico y moscovita. Las reservas estimadas en las minas Los Avestruces, La Aspereza y Cerrito Blanco alcanzan las 380.000 t de mineral.

El distrito *Ambul* se emplaza en rocas de basamento, representadas por un gneis de ojos, anfíbolitas y mármoles (Herrmann, 1999). La mineralización es vetiforme, con scheelita y wolframita, acompañadas por pirita, calcopirita, molibdenita y esfalerita; también hay óxidos de cobre y de hierro. La ganga consiste en cuarzo y turmalina. Las leyes oscilan entre 0,10 y 5% WO_3 , con un promedio de 0,50% WO_3 .

A mineralização (Etcheverry e Brodtkorb, 1999) é vetiforme, observando-se turmalinização e argilização das encaixantes. A mineralogia consiste em wolframita, scheelita, sanmartinita, pirita, calcopirita, pirrotina, bismutinina, wittichenita, antimonita e molibdenita, além de ouro, antimônio e bismuto nativos. Os minerais secundários são covelina, limonitas, jarosita, malaquita, azurita, atacamita, crisocola, bismutina e ocre de tungstênio. Entre os minerais de ganga ocorrem quartzo, muscovita, fluorita, turmalina, calcita, apatita e feldspato. Em 1962, definiram-se reservas de 282.000 t com teores de 0,3 a 0,5% WO_3 (Etcheverry e Brodtkorb, 1999).

Descreve-se a seguir os distritos de Los Avestruces-La Aspereza, Ambul e Cerro Aspero.

Em *Los Avestruces-La Aspereza* afloram no jazimento (Etcheverry e Brodtkorb, 1999) xistos quartzo-biotíticos e ganisses biotíticos, intrudidos por corpos irregulares de granitoides (granitos, granodioritos e tonalitas). No setor oeste aloja-se o Batólito Las Chacras, que é um complexo multifásico pós-tectônico com abundantes aplitos e pegmatitos, aos quais se associam minerais de Be-Li-Nb. A mineralização ocorre em veios com scheelita e wolframita, com escassa pirita, calcopirita e calcosina; também ocorre hematita, fluorita, turmalina e berilo. Como minerais supergênicos observam-se calcosina, covelita, goethita, cuprita, bismutinina, malaquita e azurita. A ganga consiste de quartzo, biotita, feldspato potássico e muscovita. As reservas estimadas nas minas Los Avestruces, La Aspereza e Cerrito Blanco alcançam 380.000 t de mineral.

O distrito *Ambul* aloja-se em rochas do embasamento, representadas por *augen*-gnaisse, anfíbolitas e mármores (Herrmann, 1999). A mineralização é vetiforme, com scheelita e wolframita, acompanhadas por pirita, calcopirita, molibdenita e esfalerita; também ocorrem óxidos de cobre e de ferro. A ganga consiste em quartzo e turmalina. Os teores oscilam entre 0,10% e 5% WO_3 , com um teor médio de 0,50% WO_3 .

El distrito *Cerro Áspero* se localiza (Brodtkorb, 1999) en el Batólito Cerro Áspero, constituido por los plutones Alpa Corral, El Talta y Los Cerros, que corresponden al ciclo Achaliánico e intruyen a una secuencia metamórfica de grado medio y alto (anfíbolitas y micacitas). La mineralización consiste en wolframita, molibdenita, pirita, bornita, calcopirita, bismutina, galena y esfalerita; los minerales secundarios son limonitas, escasa malaquita y crisocola, y la ganga cuarzo, apatita y fluorita. Existen cuatro tipos de mineralización: brechas; vetas de cuarzo en rocas plutónicas y metamórficas; mantos en micacitas y anfíbolitas; diseminada en granitos. Este distrito es hipotermal.

En ambiente pre-extensional (arco volcánico con gradación a intraplaca) en Argentina se produce la intrusión del Batólito Las Chacras-Piedras Coloradas, que comienza en el límite Silúrico-Devónico y finaliza en el Carbonífero inferior (Lira et al., 1999), representando la culminación de la actividad magmática granítica en las Sierras Pampeanas Orientales de San Luis. Este evento está vinculado con un proceso de alteración hidrotermal-mineralización de tierras raras, torio y uranio de edad jurásica media (Rodeo de Los Molles, San Luis).

Relacionados al vulcanismo cretácico (Brodtkorb y Miró, 1999) en una zona de extensión periférica al sistema de rift de la cuenca del Paraná, hay depósitos epitermales de Mn (Aguada del Monte, Los Ancoches, El Remanso y otros, en Córdoba y Santiago del Estero).

Rodeo de Los Molles (Th-ETR) (San Luis) se ubica en el sector nordeste del *stock* Las Huertitas, en el extremo septentrional del batólito Las Chacras, que intruye metamorfitas del Precámbrico superior-Paleozoico inferior (Lira et al., 1999). En la zona de mineralización se identifica un monzogranito cuya intensa alteración hidrotermal da como resultado una fenita. El proceso de alteración y mineralización es de edad jurásica media. La mineralización se dispone en nódulos de contactos difusos dispersos en la fenita; las dimensiones de estos nódulos varían entre algunos milímetros y más de 10 metros. La mineralogía consiste en britholita, allanita-Ce

O distrito Cerro Áspero localiza-se (Brodtkorb, 1999) no Batólito Cerro Áspero, constituído por plutões Alpa Corral, El Talta e Los Cerros, que correspondem ao ciclo Achliânico, e intrudem a uma seqüência metamórfica de grau médio e alto (anfíbolitos e micaxistos). A mineralização consiste em volframita, molibdenita, pirita, bornita, calco-pirita, bismutinita, galena e esfalerita; os mi-nerais secundários são limonitas, escassa malaquita e crisocola, enquanto a ganga in-clui quartzo, apatita e fluorita. Existem quatro tipos de mineralização: brechas, veios de quartzo em rochas plutônicas e metamórficas; mantos em mica xistos e anfíbolitos; disseminada em granitos. Este distrito é hipotermal.

Na Argentina, em ambiente pré-extensional (arco vulcânico com gradação a intraplaca) produziu-se a intrusão do Batólito Las Chacras-Piedras Coloradas, que começou no limite Siluriano-Devoniano e fi-nalizou no Carbonífero Inferior (Lira et al. 1999), representando o término da atividade magmática granítica nas Serras Pampeanas Orientais de San Luis. Este evento está vin-culado com um processo de alteração hidro-termal-mineralização de terras raras, tório e urânio de idade jurássica média (Rodeo de Los Molles, San Luis).

Relacionados ao vulcanismo cretácico (Brodtkorb e Miró, 1999) em uma zona de extensão periférica ao sistema de *rift* da bacia do Paraná, ocorrem depósitos epitermais de Mn (Aguada del Monte, Los Ancoches, El Remanso e outros em Córdoba e Santiago del Estero).

Rodeo de Los Molles (Th-ETR) em San Luis, localiza-se no setor nordeste do *stock* Las Huertitas, no extremo setentrional do batólito Las Chacras, que intrude metamórficas do pré-cambriano Superior-Paleozóico Inferior (Lira et al. 1999).

Na zona de mineralização identifica-se um monzogranito cuja intensa alteração hidrotermal deu como resultado um fenito. O processo de alteração e mineralização é idade jurássica média. A mineralização dispõe-se em nódulos de contatos difusos dispersos no fenito; as dimensões desses nódulos variam entre alguns milímetros e mais de 10 metros. A mineralogía consiste em britholita, allanita-Ce

y bastnäsita. Las reservas geológicas alcanzan 5,6 Mt con 2,1% de óxidos de tierras raras (Lira et al., 1999).

La mineralización de manganeso de Córdoba y Santiago del Estero (Argentina) se localiza en las sierras Norte de Córdoba y Ambargasta de Santiago del Estero. Los yacimientos son epitermales y tienen anomalías geoquímicas de W, As, Zn y Au (Brodtkorb y Miró, 1999). Se ha postulado que se encuentran en una zona de fracturación y se relacionan con el volcanismo cretácico en una zona de extensión periférica al sistema de rift de la cuenca del Paraná. Se ha determinado una edad cretácica inferior para la mineralización. Existen numerosos distritos mineros, siendo los más importantes El Remanso, Los Ancoches, Aguada del Monte, Cama Cortada, Tres Lomitas y Fátima.

En el distrito El Remanso, que incluye las minas La Clemira y Don Jorge, aflora el granito de Ambargasta, de edad proterozoica superior?-cámbrica. La mineralización (Brodtkorb y Miró, 1999) rellena fallas de rumbo N 60° O. Los cuerpos mineralizados son lenticulares a tabulares; hay brechas en los contactos con la caja y cuerpos masivos de minerales de manganeso y ópalo hacia el interior de las vetas. La mineralogía consiste en criptomelano, hollandita, coronadita, pirolusita y ramsdellita, en ganga de ópalo, calcedonia, baritina y cuarzo. Se determinaron reservas por 8.600 t con ley media de 20% Mn.

El distrito **Los Ancoches** (Brodtkorb y Miró, 1999) incluye el grupo La Santiagueña con las minas Los Dos Leones, El Milagro y La Escondida. La caja de las vetas es un granito fino. La mineralogía está dada por criptomelano, hollandita, pirolusita y ramsdellita; la ganga es similar a la del distrito El Remanso, pero también hay rodocrosita y fluorita. En El Milagro se establecieron reservas de 20.000 t de mineral asegurado con 35% Mn y 8.900 t de mineral posible.

En el distrito **Aguada del Monte**, que es el más ferrífero, la roca regional está formada por el granito de Pozo Nuevo;

e bastnäsita. As reservas geológicas alcançam 5,6 Mt com 2,1% de óxidos de terras raras (Lira et al. 1999).

A mineralização de manganês de Córdoba e Santiago del Estero (Argentina) localiza-se nas serras Norte de Córdoba e Ambargasta de Santiago del Estero. Os jazimentos são epitermais e têm anomalias geoquímicas de W, As, Zn e Au (Brodtkorb e Miró, 1999). Postula-se que se encontrem em uma zona de fraturamento e estejam relacionadas com o vulcanismo cretácico em uma zona de tensão periférica ao sistema *rift* da bacia do Paraná. Determinou-se uma idade cretácica inferior (Brodtkorb e Miró, 1999) para a mineralização. Existem numerosos distritos mineiros, sendo os mais importantes El Remanso, Los Ancoches, Aguada del Monte, Cama Cortada, Três Lomitas e Fátima.

No distrito **El Remanso**, que inclui as minas La Clemira e Dom Jorge, aflora o granito de Ambargasta, de idade proterozóica superior (?)-cambriana. A mineralização preenche falhas de direção N60°W. Os corpos mineralizados (Brodtkorb e Miró, 1999) são lenticulares a tabulares; ocorrem brechas nos contatos com a encaixante e corpos maciços de minerais de manganês e opala em direção ao interior dos veios. A mineralogía consiste em criptomelano, hollandita, coronadita, pirolusita e ramsdellita, em ganga de opala, calcedônia, baritina e quartzo. Determinaram-se reservas de 8.600 t com teor médio de 20% Mn.

O distrito **Los Ancoches** inclui o Grupo La Santiagueña com as minas Los Dos Leones, El Milagro e La Escondida. A encaixante dos veios é um granito fino. A mineralogía está dada por criptomelano, hollandita, pirolusita e ramsdellita; a ganga é similar a do distrito El Remanso, porém também ocorre rodocrosita e fluorita. Em El Milagro estabeleceram-se reservas de 20.000 t de mineral garantido com 35% Mn e 8.900t de mineral possível.

No distrito **Aguada del Monte** que é o mais ferrífero (Brodtkorb e Miró, 1999), a roca regional é formada pelo granito de Pozo Nuevo;

las vetas lenticulares afloran por más de 4 km y son portadoras de criptomelano intercrecido con hollandita y asociados con goethita, en ganga de ópalo, calcedonia y calcita.

En el distrito **Cama Cortada**, los minerales de mena son criptomelano y hollandita en ganga de calcita; se explotó en este distrito mineral con ley de 40% de manganeso (Brodtkorb y Miró, 1999).

El distrito **Tres Lomitas** se aloja en la granodiorita homónima cerca del contacto con una dacita. Las vetas lenticulares a tabulares contienen criptomelano y pirolusita en ganga de calcita y ópalo, con escasa fluorita.

El distrito **Fátima** es el más austral de la faja, y sus características se asemejan a las de Tres Lomitas.

Al este de estos depósitos se encuentran algunas manifestaciones menores, tales como Sunchales, Aspa Puca (minas El Aguila, El Cardón, El Crestón y La Sorpresa), Amimán (minas San Pablo y Santa Rita) y La Baritina.

En Sierras Pampeanas, en Argentina, en la zona de transición (26-30° de latitud sur) el subciclo Neógeno se caracteriza por un vulcanismo poco evolucionado que hacia el Mioceno Medio se ensancha significativamente hacia el este. Este vulcanismo se vincula a condiciones geotectónicas particulares. Comprende corredores noroeste que controlan la actividad magmática y hidrotermal; uno de ellos incluye dos de los principales yacimientos de Argentina Bajo de La Alumbrera y Agua Rica. Estos corredores geotectónicos alojan mineralizaciones polimetálicas similares a las conocidas en el segmento norte; en Catamarca, este modelo está ejemplificado por La Hoyada, Capillitas (con reservas (58) de 387.000 t de reservas probadas+posibles y leyes de 2,3% Cu, 2,6 g/t Au y 108 g/t Ag), y Farallón Negro, y en La Rioja por Cerro Negro. También hay pórfiros, cuyos subtipos están estrechamente vinculados con las características del magmatismo con el que se relacionan, así como con los mecanismos estructurales de emplazamiento. El magmatismo rico en K en

os veios lenticulares afloram por mais de 4 km e são portadoras de criptomelano intercrecido com hollandita, e associados com goethita, em ganga de opala, calcedônia e calcita.

No distrito **Cama Cortada**, os minerais do corpo de minério são criptomelano e hollandita em ganga de calcita; explotou-se neste distrito, minério com teor de 40% de manganês (Brodtkorb e Miró, 1999).

O distrito **Tres Lomitas** aloja-se no granodiorito homônimo próximo ao contato com um dacito. Os veios, lenticulares a tabulares, contém criptomelano e pirolusita, em ganga de calcita e opala, com escassa fluorita (Brodtkorb e Miró, 1999).

O distrito **Fátima** é o mais austral da faixa e sua características são semelhantes ao de Tres Lomitas.

A leste desses depósitos encontram-se algumas manifestações menores tais como Sunchales, Aspa Puca (minas El Aguila, El Cardón, El Crestón, e La Sorpresa), Amimán, (minas San Pablo e Santa Rita) e La Baritina.

Nas Serras Pampeanas, na Argentina, na zona de transição (26°-30° de latitude sul), o subciclo Neógeno caracteriza-se por um vulcanismo pouco evoluído que até o Mioceno Médio ampliou-se significativamente para leste. Este vulcanismo relaciona-se a condições geotectônicas particulares. Compreende sistemas noroeste que controlam a atividade magmática e hidrotermal; um deles inclui dois dos principais jazimentos da Argentina, Bajo de La Alumbrera e Agua Rica. Esses sistemas geotectônicos alojam mineralizações polimetálicas similares às conhecidas no segmento norte; em Catamarca este modelo é exemplificado por La Hoyada, Capolitas (com 387.000 t de reservas provadas+possíveis e teores de 2,3% Cu, 2,6 g/t Au e 108 g/t Ag; Zappettini, 1999) e Farallón Negro; e em La Rioja por Cerro Negro. Também ocorrem pórfiros, cujos subtipos estão estreitamente relacionados às características do magmatismo que lhes deu origem, bem como aos mecanismos estruturais de emplazamiento. O magmatismo rico em K em

zonas de transtensión es responsable de pórfiros de Cu-Au (Bajo de La Alumbraera, Catamarca). El magmatismo calcoalcalino normal generó pórfiros de Cu-Mo igualmente ricos en Au (Agua Rica, Catamarca). El magmatismo deficitario en F dió lugar a pórfiros de Mo (La Estrechura, La Rioja). Hay asimismo mineralizaciones auríferas epitermales de alta sulfuración asociadas (La Mejicana, La Rioja) (Zappettini, 1999).

En el Mioceno medio (18-15 Ma) entre los 30 y 34° de latitud sur (Zappettini, 1999) comienza una horizontalización de la placa de Nazca y un engrosamiento cortical. A medida que se horizontaliza la placa, el magmatismo migra hacia el este, y en el Mioceno superior (6 Ma) la zona de subducción alcanza la inclinación actual; esto permite que el vulcanismo migre hacia el este, para cesar en el Cuaternario inferior. El engrosamiento cortical y el cambio de posición de la placa dieron lugar a un magmatismo, cuya migración hacia la zona de antepaís produjeron, entre otras, mineralización de Au en diatremas asociadas a depósitos polimetálicos (La Estancia, San Luis) y de ónix (Santa Isabel, San Luis). Asimismo tienen amplia distribución los *skarns*, como los plumbocincíferos; tal es el caso, entre otros, del distrito Marayes, en San Juan, en el que las reservas (59) son inferiores a 0,1 Mt, con leyes de 20% Pb y >10% Zn.

El depósito de pórfiro de cobre y oro Bajo de La Alumbraera está emplazado en el Complejo Volcánico Farallón Negro, de edad miocena-pleiocena. Este complejo está formado por una serie de rocas extrusivas de naturaleza andesítico-dacítica, interpretado como un estratovolcán. Un intrusivo de composición diorítico-monzonítica en su zona central, denominado Monzonita Alto de la Blenda, podría corresponder al centro eruptivo. Los cuerpos de pórfiros dacíticos intruidos en el Complejo intrusivos relacionados con la mineralización de cobre y oro representan las etapas finales de evolución de aquél. La mineralización también se extiende a las andesitas que fueron intruidas por estos pórfiros (Angera, 1999).

Los pórfiros en el Bajo de La Alumbraera ocurren como cuerpos tipo stock

zonas de transtensão é responsável por pórfiros de Cu-Au (Bajo de La Alumbraera, Catamarca). O magmatismo calcoalcalino normal gerou pórfiros de Cu-Mo igualmente ricos em Au (Agua Rica, Catamarca).

O magmatismo deficitário em F deu lugar a pórfiros de Mo (La Estrechura, La Rioja). Ocorrem ainda mineralizações auríferas epitermais de alta sulfetação associada (La Mejicana, La Rioja) (Zappettini, 1999).

No Mioceno Médio (18-15 Ma), entre os paralelos de 30° e 34° de latitude sul (Zappettini, 1999), iniciou-se uma horizontalização da placa de Nazca e um espessamento cortical. À medida que se horizontaliza a placa, o magmatismo migrou para leste e, no Mioceno Superior (6 Ma), a zona de subducção alcançou a inclinação atual; isto permitiu que o vulcanismo também migrasse para leste, para cessar no Quaternário Inferior. O espessamento cortical e a mudança de posição da placa, deram lugar a um magmatismo, cuja migração para a zona de antepaís, produziu, entre outros, a mineralização de Au em diatremas associadas a depósitos polimetálicos (La Estancia, San Luis) e de ónix (Santa Isabel, San Luis). Além disso, ocorre ampla distribuição dos *skarns*, como os plumbo-zincíferos. Tal é o caso, dos distritos Marayes em San Juan, em que as reservas são inferiores a 0,1 Mt com teores de 20% Pb e >10% Zn.

O depósito de Cu-Au pórfiro de Bajo de La Alumbraera está alojado no Complexo Vulcânico Farallón Negro, da idade miocênica-pleiocênica. Este complexo é formado por uma série de rochas extrusivas de natureza andesítico-dacítica, interpretada como um estratovolcã. Uma intrusiva de composição diorítico-monzonítica em sua porção central, chamada Monzonito Alto de la Blenda, poderia corresponder ao centro eruptivo. Os corpos de dacitos pórfiros relacionados com a mineralização de cobre e ouro estão intruidos no Complexo, e representam as etapas finais de sua evolução. A mineralização também se estende aos andesitos que foram intruidos por esses pórfiros (Angera, 1999).

Os pórfiros de Bajo La Alumbraera ocorrem como *stocks*

en su parte central y diques en su parte central y bordes. Se puede distinguir una serie de intrusiones de pórfiro dacítico formando un stock principal. Intrusiones tardías en forma de diques cortan a este stock principal y se extienden en las andesitas adyacentes. Las unidades de pórfiro son las siguientes: Los Amarillos (pre-mineral), Stock principal, Colorado Norte (portador de las mayores leyes de oro y cobre), Ojos de Cuarzo (con mineralización de cobre y oro), P3 Tardío (con escasa mineralización de cobre y oro), Norte (con mineralización moderada de cobre), Campamento (con muy escasa mineralización), diques de pórfiro del Noroeste, Tardíos y Post-minerales. El depósito ha sido afectado por fallas post-minerales.

La alteración hidrotermal (Angera, 1999) configura una distribución concéntrica, con una zona central potásica que incluye una zona de hornblenda biotitizada y otra de feldespato potásico secundario; una alteración destructiva de feldspatos circunda y se sobrepone a la zona potásica. Un anillo de alteración epidoto-clorita rodea a la alteración potásica. Dentro de la zona potásica existe un núcleo de cuarzo-magnetita.

La mineralización es diseminada; se asocia a la alteración hidrotermal que afecta a las dacitas intrusivas y a las andesitas que están en contacto con ellas. Ocurre en la zona de alteración potásica en sus diferentes intensidades. Los altos tenores de cobre y oro se asocian a las dos intrusiones tempranas y a las andesitas adyacentes, disminuyendo su intensidad en las intrusiones más jóvenes y siendo las más tardías casi estériles.

Consiste en calcopirita, calcosina, covelina, oro, molibdenita, magnetita, hematita, galena y esfalerita; hay abundante yeso, y en profundidad se halla anhidrita.

Los recursos cubcados alcanzan a 767 Mt, antes del minado, con leyes de 0,51% Cu y 0,64 g/t Au; ello permite ubicar al depósito entre las nueve minas más grandes del mundo y una de las mayores productoras de oro de Sudamérica. Se explota a cielo abierto.

na parte central e como diques na parte central e bordas. Pode-se distinguir uma série de intrusões de dacito pórfiro formando um *stock* principal. Intrusões tardias, em forma de diques, cortam este *stock* principal e se estendem aos andesitos adjacentes. As unidades do pórfiro são as seguintes: *Los Amarillos* (pré-mineral), *Stock principal*, *Colorado Norte* (portador dos maiores teores de ouro e cobre), *Ojos de Quartzo* (com mineralização de cobre e ouro), *P3 Tardio* (com escassa mineralização de cobre e ouro), *Norte* (com mineralização moderada de cobre), *Campamento* (com mineralização muito escassa), *diques de pórfiro de Noroeste*, *Tardios* e *Pós-minerais*. O depósitos foi afetado por falhas pós-mineralização.

A alteração mineral (Angera, 1999) configura uma distribuição concêntrica, com uma zona central potássica que inclui uma zona de hornblenda biotitizada e outra de feldspato potássico secundário; uma alteração destrutiva de feldspatos circunda e se sobrepõe à zona potássica. Um anel de alteração epidoto-clorita rodeia a alteração potássica. Dentro da zona potássica, existe um núcleo de quartzo-magnetita.

A mineralização é disseminada e está associada a alteração hidrotermal que afeta os dacitos intrusivos e os andesitos que estão em contato. Ocorre uma zona de alteração potássica em sua diferentes intensidades. Os altos teores de cobre e ouro associam-se as duas intrusões mais precoces e aos andesitos adjacentes, diminuindo em intensidade nas intrusões mais jovens e sendo as tardias quase estériles.

Consiste em calcopirita, calcosina, covelina, ouro, molibdenita, magnetita, hematita, galena e esfalerita; ocorre abundante gesso e, em profundidade, encontra-se anidrita.

Os recursos cubcados alcançavam 767 Mt antes de minerado, com teores de 0,51% Cu e 0,64% Au, o que o coloca o depósito entre as nove minas maiores do mundo, e uma maiores produtoras de ouro na América do Sul. É explotada a céu aberto.

Farallón Negro y Alto de la Blenda (Catamarca, Argentina) (Au-Ag) están emplazadas en el Complejo Volcánico Farallón Negro de edad terciaria (Alderete, 1999). La mineralización es de dos tipos: vetiforme y disseminada; la primera consiste en vetas de cuarzo y carbonato auroargentífero y manganesífero que se distribuyen dentro de los grupos de filones de Farallón Negro, Los Viscos, Alto de la Blenda, Macho Muerto y Agua Tapada, entre otros. Las vetas de Alto de la Blenda están ubicadas en la Monzonita Alto de la Blenda, mientras que las de Farallón Negro lo hacen en brechas volcánicas andesíticas del Complejo Volcánico. Se han identificado cinco tipos de mineralización (Alderete, 1999):

1 - veta de carbonato manganesífero débilmente bandeada con sulfuros granulados gruesos (esfalerita, pirita, galena y calcopirita); la mineralización es escasa.

2 - veta bandeada de cuarzo y carbonato manganesífero-calcita alternada con sulfuros de grano fino; constituyen los sectores más importantes de mineralización auroargentífera. La mineralogía está representada por oro nativo, electrum, polibasita, plata nativa y tetraedrita argentífera; esos minerales se encuentran con sulfuros de grano fino.

3 - veta bandeada de carbonato. Solamente hay carbonato manganesífero y calcita. Se observan sulfuros de grano fino y la mineralización de oro es débil.

4 - veta de carbonato rico en cuarzo brechado. La mineralización auroargentífera está asociada al cuarzo, y contiene partículas de oro que pueden distinguirse a simple vista.

5 - veta masiva de carbonato manganesífero y calcita. Este tipo de vetas no contiene mineralización de oro y plata.

La mineralización de oro y plata tiene estrecha relación con la formación de cuarzo bandeado.

Farallón Negro e Alto de la Blenda em Catamarca, Argentina, estão alojadas no Complexo Vulcânico Farallón Negro de idade terciária (Alderete, 1999). A mineralização é de dois tipos: vetiforme e disseminada. A primeira, consiste de veios de quartzo e carbonato auroargentífero e manganesífero que se distribuem dentro dos grupos de filões de Farallón Negro, Los Viscos, Alto de la Blenda, Macho Muerto e Agua Tapada, entre outros. Os veios de Alto de la Blenda ocorrem no monzonito homônimo, enquanto os de Farallón Negro ocorrem em brechas vulcânicas andesíticas do Complexo Vulcânico. Foram identificados cinco tipos de mineralização (Alderete, 1999):

1 – veio de carbonato manganesífero levemente bandado com sulfetos granulados grossos (esfalerita, pirita, galena e calcopirita). A mineralização é escassa.

2 – veio bandado de quartzo e carbonato manganesífero-calcítico alternado com sulfetos de grão fino. Constituem os setores mais importantes da mineralização auroargentífera. A mineralogia está representada por ouro nativo, electrum, polibasita, prata nativa, e tetraedrita argentífera; esses minerais ocorrem como sulfetos de grão fino.

3 – veio bandado de carbonato. Somente ocorre carbonato manganesífero e calcita. Observam-se sulfetos de grão fino e a mineralização de ouro é fraca.

4 – veio de carbonato rico em quartzo brechado. A mineralização auroargentífera está associada ao quartzo, e contém partículas de ouro que podem distinguir-se à vista desarmada.

5 – veio maciço de carbonato manganesífero e calcita. Este tipo de veio não contém mineralização de ouro e prata.

A mineralização de ouro e prata tem estreita relação com a formação com a formação de quartzo bandado.

La roca donde se ubican los cuerpos mineralizados está afectada por alteración propilítica, representada por sericita, clorita, carbonatos, cuarzo y piritita; también hay alteración arcillosa. Este depósito ha sido clasificado como epitermal del tipo adularia-sericita (Alderete, 1999).

Las reservas se clasifican en dos tipos: alta y baja ley. Las reservas totales de alta ley (positivas+probables+posibles) alcanzan 1.833.926 t, con una ley de 3,4 g/t Au y 71 g/t Ag. Con respecto a las totales de baja ley, se definen 479.276 t, con leyes de 6,1 g/t Au y 112 g/t Ag (Alderete, 1999). Este depósito ha sido explotado por oro y plata desde 1978.

El depósito Agua Rica (ex Mi Vida) (Catamarca) (Cu-Mo-Au) es un sistema de pórfiro de Cu-Mo-Au al que parcialmente se superpuso un evento de mineralización epitermal de alta sulfuración y un episodio final de enriquecimiento supergénico. El basamento que aflora en Agua Rica fue dividido en tres unidades (Roco y Koukharsky, 1999). Dos unidades son metamórficas, pertenecen al Complejo Metamórfico Sierra de Aconquija y fueron descritas como Esquistos Cerro Negro (pizarras y filitas) y Migmatitas Yuto Yaco (migmatitas de composición granodiorítica biotítica, con intercalaciones de lentes concordantes de leucogranito con turmalina). La unidad restante es el Granito Pabellón (monzogranito porfírico), que forma parte del Batólito Capillitas de edad ordovícica. Aflora también el Complejo Intrusivo Melcho, de edad terciaria, dividido en las siguientes unidades: Monzodiorita Melcho, Pórfiros fenoandesíticos y fenodacíticos, Brecha ígnea fenoandesítica, Pórfiros riolíticos y un complejo de brechas denominado Brecha Carudo. Importantes episodios de alteración hidrotermal relacionados con la actividad ígnea del Terciario afectan sectores de las metamorfitas y del complejo intrusivo. Al Cuaternario pertenecen el Conglomerado Mi Vida, la cobertura detrítica y algunos depósitos de remoción en masa. La alteración hidrotermal (Roco y Koukharsky, 1999) se presenta en varios episodios y asociaciones mineralógicas. La alteración potásica es temprana en el emplazamiento de los pórfiros y relativamente rara en Agua Rica; se observan biotita y feldespato

A rocha onde se alojam os corpos mineralizados está afetada por alteração propilítica. representada por sericita, clorita, carbonatos, quartzo e piritita. Há também alteração argilosa. Este depósito foi classificado como epitermal do tipo adularia-sericita (Alderete, 1999).

As reservas classificam-se em dois tipos: alto e baixo teor. As reservas totais de alto teor (positivas+prováveis+possíveis) totalizam 1.839926t com um teor de 3,4g/t Au e 71g/t Ag. Com respeito as reservas de baixo teor, somam 479.276 t com teores de 6,1 g/t Au e 112 g/t Ag (Alderete, 1999). Este depósito vem sendo explotado para ouro e prata de desde 1978.

O depósito Agua Rica (ex-Mi Vida) de Cu-Mo-Au (Catamarca) é uma sistema pórfiro de Cu-Mo-Au ao qual, parcialmente, superpõe-se um evento de mineralização epitermal de alta sulfuração, e um episódio final de enriquecimento supergênico. O embasamento que aflora em Agua Rica foi dividido em três unidades (Roco e Koukharsky, 1999). Duas unidades são metamórficas, pertencem ao Complexo Metamórfico Sierra de Aconquija e foram descritas como Xistos Cerro Negro (ardósias e filitos) e Migmatitos Yuto Yaco (migmatitos de composição biotita granodiorítica, com intercalações de lentes concordantes de leucogranito com turmalina). A unidade restante é o Granito Pabellón (monzogranito porfírico), que forma parte do Batólito Capillitas de idade ordoviciano. Aflora também o Complexo Intrusivo Melcho de idade terciária, dividido nas seguintes unidades: Monzodiorito Melcho, Pórfiros fenoandesíticos e fenodacíticos, Brecha ígnea fenoandesítica, Riolitos pórfiros e um complexo de brechas denominado Brecha Carudo. Importantes episódios de alteração hidrotermal relacionados com a atividade ígnea do Terciário afetam setores dos metamorfitos e do complexo intrusivo. Ao Quaternário pertencem o Conglomerado MI Vida, a cobertura detrítica e alguns depósitos de remoção de massa. A alteração hidrotermal (Roco e Koukharsky, 1999) apresenta-se em vários episódios e associações mineralógicas. A alteração potássica é precoce no emplaçamento dos pórfiros e relativamente rara em Agua Rica;

potásico. La alteración propilítica es común en el Complejo Intrusivo Melcho. En la alteración filica, aparecen sericita-cuarzo-pirita; se hallan también andalucita y corindón. La alteración arcillosa está definida por esmectitas y caolinita. En la alteración arcillosa avanzada se encuentra la asociación alunita-pirofilita, acompañada por halloysita, caolinita, dickita, diásporo, zunyita y topacio. También hay alteración silícea. La mineralización se define en forma de dos asociaciones paragenéticas hipogénicas diferentes. Una es típica de los pórfiros cupríferos y se caracteriza por pirita, calcopirita, bornita, molibdenita y magnetita.

La segunda asociación es de tipo epitermal, se aloja en zonas de alteración filica o arcillosa avanzada y contiene pirita, covelina, bornita, enargita, molibdenita, galena, esfalerita, marcasita, rodocrosita y azufre nativo; se la encuentra disseminada, en venas, tapizando cavidades y como cemento de brecha. Los fenómenos de lixiviación y enriquecimiento supergénico fueron importantes.

Se ha interpretado además un intenso telescoping. Esta sobreposición de sistemas mineralizantes es atribuida al rápido levantamiento tectónico de la sierra del Aconquija, vinculado al tectonismo de tipo Larámico con fallas de alto ángulo en corteza de tipo thick-skinned; esta tectónica se interpreta como aún activa y responsable de la formación del enriquecimiento secundario. El recurso geológico asciende a 802 Mt, con leyes de 0,61% Cu, 0,24 g/t Au, 3,17 g/t Ag y 0,035% Mo (Roco y Koukharsky, 1999).

En el área de la mina La Mejicana (La Rioja) (Mo-Cu) afloran las metamorfitas de bajo grado de la Formación Negro Peinado de edad proterozoica superior?-ordovícica. Estas metamorfitas están intruidas por la Formación Ñuñorco de edad devónica. Durante el Plioceno se intruyeron diferentes cuerpos de dacitas y riodacitas de la Formación Mogotes (Terciario) (Brodtkorb y Sachalamuk, 1999). En el distrito se incluyen las vetas Upulungos, San Pedro, Verdiona, Placilla, Esperanza y Andueza, que se emplazan en las metamorfitas; las dos primeras son las de mayor significación.

observam-se biotita e feldspato potássico. A alteração propilítica é comum no Complexo Intrusivo Melcho. Na alteração filica aparecem sericita-quartzo-pirita; encontram-se também andaluzita e corindon. A alteração argilosa está definida pela associação alunita-pirofilita, acompanhada por halloisita, caulinita, dickita, diásporo, em forma de duas associações paragenéticas hipogénicas diferentes. Uma é típica dos pórfiros cupríferos e caracteriza-se por pirita, calcopirita, bornita, molibdenita e magnetita.

A segunda associação é do tipo epitermal, e aloja-se nas zonas de alteração filica ou argilosa avançada e contém pirita, calcopirita, bornita, enargita, molibdenita, galena, esfalerita, marcassita, rodocrosita, e enxofre nativo. Encontra-se disseminada, em veios, atapetando cavidades ou como cimento de brecha. Os fenômenos de lixiviação e enriquecimento supergênico foram importantes.

Foi interpretado ainda uma intensa telescopagem. Esta sobreposição de sistemas mineralizantes é atribuída ao rápido levantamento tectônico da serra de Aconquija, vinculado ao tectonismo do tipo Larâmico com falhas de alto ângulo em crosta do tipo *thin-skinned*. Esta tectônica interpreta-se como ainda ativa e responsável pela formação do enriquecimento secundário. O recurso geológico ascende a 802 Mt, com teores de 0,61% Cu, 0,24 g/t Au, 3,17 g/t Ag e 0,035% Mo (Roco e Koukharsky, 1999) .

Na área da mina La Mejicana (LA Rioja) afloram as rochas metamórficas de baixo grau da Formação Negro Peinado de idade proterozóica superior (?)-ordoviciano. Estes metamorfitos estão intrudidos pela Formação Nuñorco de idade devoniana. Durante o Plioceno, intrudiram-se diferentes corpos de dacitos e riodacitos da Formação Mogotes (Terciário) (Brodtkorb e Sachalamuk, 1999). No distrito incluem-se as veios Uplungos, San Pedro, Verdiona, Placilla, Esperanza e Andueza, que se alojam nos metamorfitos; Os dois primeiros são os de maior significado.

La mineralogía consiste en enargita, famatinita, calcopirita, pirita, escasas esfalerita y galena, bornita, oro nativo, goldfieldita, mawsonita, colusita, bournonita, estannita, minerales de bismuto, marcassita, silvanita, terrennerita, petzita, stützita, hessita, idaíta, calcosina, covelina, malaquita, azurita, crisocola, goslarita y calcantita, en ganga de calcita, cuarzo, baritina y alunita. La alteración hidrotermal está representada por sericita, caolinita, montmorillonita, alunita y pirofilita ((Brodtkorb y Sachalamuk, 1999). El modelo de este distrito (19) se corresponde con el de tipo epitermal de alta sulfuración. Para las vetas Upulungos y San Pedro se determinaron reservas de 134.400 t con ley de 0,88% Cu, 4,8 g/t Au y 58,9 g/t Ag para una potencia media de 1,30 metros.

En La Estrechura (La Rioja) (Mo-Cu) la geología del área se asemeja a la de la mina La Mejicana (Lurgo Mayón, 1999). Se distinguen otros sectores importantes: Los Bayitos, Caballo Muerto y Portezuelo de Illañez. La mineralización se relaciona con los pórfiros dacíticos de la Formación Mogotes del Terciario.

El área participa de la estructura de bloques escalonados de altitudes crecientes hacia el oeste, limitados por grandes fallas de rumbo meridional. Localmente se han detectado cuatro direcciones estructurales dominantes: norte-sur, este-oeste, noroeste-sureste y noreste-suroeste.

La mineralización hipogénica se presenta como *diseminada y en stockwork*, con calcopirita, molibdenita, pirita, enargita, tetraedrita, famatinita, blenda, galena, magnetita, oro nativo y bornita. En cuanto a la mineralización supergénica, se destacan limonitas, hematita, calcosina y covelina. En el sector La Estrechura la mineralización se presenta en la roca de caja y conforma un halo alrededor del cuerpo intrusivo; en este sector no existen minerales oxidados de cobre (Lurgo Mayón, 1999).

La alteración hidrotermal está representada por las asociaciones potásica, fílica, arcilloso-alunítica, propilítica y silíceas; también existe una importante alteración supergénica de gran extensión areal.

A mineralogia consiste em enargita, famatinita, calcopirita, pirita, escassa esfalerita e galena, bornita, ouro nativo, goldfieldita, mawsonita, colusita, bournonita, estannita, minerais de bismuto, marcassita, silvanita, terrennerita, petzita, stützita, hessita, idaíta, calcosina, covelina, malaquita, azurita, crisocola, goslarita, e calcantita, em ganga de calcita, quartzo, baritina e alunita. A alteração hidrotermal está representada por sericita, caulinita, montmorilonita, alunita e pirofilita (Brodtkorb e Sachalamuk, 1999). O modelo deste distrito corresponde com o do tipo epitermal de alta sulfuração. Para os veios Uplungos e San Pedro determinaram-se reservas de 134.400t com teor de 0,88% Cu, 4,8 g/t Au e 58,9 g/t para uma potência média de 1,30 metros.

Em La Estrechura (Mo-Cu) em La Rioja, a geologia da área assemelha-se a da mina La Mejicana (Lurgo Mayón, 1999). Distinguem-se outros setores importantes: Los Bayitos, Caballo Muerto e Portezuelo de Illañez. A mineralização relaciona-se com dacitos pórfiros da Formação Mogotes do Terciário.

A área participa da estrutura de blocos escalonados de altitudes crescentes para oeste, limitados por grande falhas de direção N-S. Localmente detectaram-se quatro direções estruturais dominantes: norte-sul, este-oeste, noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste.

A mineralização hipogénica apresenta-se como *disseminada e stockwork*, com calcopirita, molibdenita, pirita, enargita, tetraedrita, famatinita, blenda, galena, magnetita, ouro nativo e bornita. Quanto a mineralização supergénica, destacam-se limonitas, hematita, calcosina e covelina. No setor La Estrechura, a mineralização apresenta-se na rocha encaixante e conforma um halo em torno do corpo intrusivo; neste setor não existem minerais oxidados de cobre (Lurgo Mayón, 1999).

A alteração hidrotermal é representada pelas associações potássica, fílica, argilosa-alunítica, propilítica e silicosa; também existe uma importante alteração supergénica de grande extensão em área.

La alteración se halla en halos y zonación con la mineralización. La existencia de más de una columna hidrotermal provoca anastomosamiento de las áreas alteradas. Otra característica del distrito es el halo de pirita y un "tapón" central de sílice, éste último posiblemente debida a otro evento. Existe una equivalencia epitermal entre las vetas de La Mejicana y el casquete de la zona mineralizada de La Estrechura. El conjunto funcionó como un continuo transicional tanto en dirección a las vetas como hacia el sistema porfírico en profundidad. Los estudios de isótopos estables e inclusiones fluidas indican que la fuente de fluidos metalizantes englobó aguas freáticas (Lurgo Mayón, 1999). Las reservas en el sector La Estrechura varían de 200 a 300 Mt con ley de 0,06 a 0,2% Mo, 0,37% Cu y 0,9 g/t Ag.

En el área del depósito de ónice calcareo Santa Isabel-Córdoba (San Luis) aflora el basamento ígneo-metamórfico de grado medio, intruido por filones pegmatíticos, cuya edad es precámbrica a paleozoica media; la estructura es de bloques limitados por fallas inversas, que están basculados hacia el este (Lacreu, 1999). Sobre el basamento se apoyan las Sedimentitas Calcáreas Santa Isabel, del Mioceno superior, compuesta por depósitos de planicie aluvial que constituyen la unidad epiclástica inferior. Mediante discordancia erosiva siguen las Volcanoclastitas Lomitas de edad pliocena, que se dividen en dos ciclos eruptivos; cada ciclo está representado por un nivel basal de brechas coignimbríticas y otro superior de flujos ignimbríticos no soldados. Hacia el techo continúan en forma discordante las Sedimentitas El Pantano (Pleistoceno), compuesta por areniscas y conglomerados fluviales que rellenan un paleocauce. Siguen aglomerados correspondientes a las Psefitas Olguín (Pleistoceno a Holoceno). Finalmente se encuentran los limos y loess del Holoceno que cubren discordantemente las unidades infrayacentes. La mineralización carbonática (Lacreu, 1999) está alojada en rocas de las dos unidades más antiguas y su edad es atribuida al Plioceno. En el yacimiento Santa Isabel-Córdoba las características distintivas son los cuerpos mineralizados de disposición subhorizontal, las estructuras internas y las relaciones pseudoconcordantes con las rocas

A alteração ocorre em halos e zonação com a mineralização. A existência de mais de uma coluna hidrotermal provoca anastomosamento das áreas alteradas. Outra característica do distrito é o halo de pirita e um "tampão" central de sílica, este último possivelmente devido a outro evento. Existe uma equivalência epitermal entre os veios La Mejicana e a cúpula da zona mineralizada de La Estrechura. O conjunto funcionou como um contínuo transicional, tanto em direção aos veios como ao sistema porfírico em profundidade. Os estudos de isótopos estáveis e inclusões fluidas indicam que a fonte de fluidos mineralizantes englobou águas freáticas (Lurgo Mayón, 1999). As reservas no setor La Estrechura variam de 200 a 300 Mt com teor de 0,06 a 0,2% Mo, 0,37% Cu e 0,9 g/t Ag.

Na área do depósito de mármore-ônix Santa Isabel-Córdoba (San Luis) aflora o embasamento ígneo-metamórfico de grau médio, intrudido por filões pegmatíticos, cuja idade é pré-cambriana a paleozóica média; a estrutura é de blocos limitados por falhas inversas, que estão basculadas para leste (Lacreu, 1999). Sobre o embasamento apoiam-se os Sedimentitos Calcários San Isabel do Mioceno Superior, composto por depósitos de planície aluvial que constitui, a unidade epiclástica inferior. Através de discordância sobrepõem-se os Vulcanoclastitos Lomitas de idade pliocênica, que se dividem em dois ciclos eruptivos. Cada ciclo está representado por um nível basal de brechas coignimbríticas, e outro superior de fluxos ignimbríticos não soldados. Em direção ao teto continuam discordantemente os Sedimentitos El Pantano (Pleistoceno), composto por arenitos e conglomerados fluviais que preenchem um paleovale. Seguem os aglomerados correspondentes às Psefitas Olguín (Pleistoceno a Holoceno). Finalmente, encontram-se os siltitos e loess do Holoceno que cobre discordantemente, as unidades subjacentes. A mineralização carbonática (Lacreu, 1999) está alojada em rochas das duas unidades mais antigas e sua idade é atribuída ao Plioceno. O jazimento Santa Isabel-Córdoba, as características distintivas são os corpos mineralizados de disposição subhorizontal, as estruturas internas e as relações pseudoconcordantes com as rochas

de caja sedimentarias y discordantes con las ígneo-metamórficas. Los cuerpos son mantiformes y se clasifican en:

- simples, con espesores de 0,10 a 1,50 m debido a un único pulso de mineralización. Poseen estructuras internas típicas, con la mitad inferior formada por ónice calcáreo compacto y la mitad superior porosa.
- complejos, con espesores de hasta 10 m debido a la recurrencia de varios pulsos. Presentan una alternancia de capas compactas y porosas debido a las polipulsaciones.

- El ónice y la aragonita presentan estructuras internas coloformes atribuidas a la deformación de la masa calcárea, que originalmente era un gel. Las relaciones de campo de ambos polimorfos indican que hubo dos ciclos de mineralización. El primero originó al ónice calcáreo, y luego de un prolongado lapso actuó el segundo ciclo que rellenó con aragonita a fracturas que cortan al ónice y a la roca de caja.

Los minerales hipogénicos (Lacreu, 1999) están representados por calcita y aragonita. La calcita es verde amarillenta a verde grisácea y sus fibras son transversales a los mantos; es común una fina laminación. La aragonita es gris amarillenta y sus fibras, también transversales a los mantos, son más gruesas que las de la calcita; la laminación es menos frecuente. La mineralización es epigenética epitermal producida por relleno de espacios abiertos. Las reservas totales son de 76.782,5 t (positivas + indicadas + inferidas + hipotéticas) para las canteras Santa Isabel y Córdoba (Lacreu, 1999).

En Argentina, en el Cuaternario la presencia de cuencas centrípetas en ambiente desértico produjo concentraciones de cloruro de sodio y localmente de sulfatos (salina del Bebedero, San Luis; Salinas Grandes de Córdoba y Santiago del Estero) (Zappettini, 1999).

das encaixantes sedimentares e discordantes com as ígneo-metamórficas. Os corpos são mantiformes e classificam-se em:

- simples, com espessuras de 0,10 a 1,50 metro devido a único pulso de mineralização. Possuem estruturas internas típicas com a metade inferior formada por mármore-ônix compacto e a metade superior porosa.

- complexos, com espessuras de até 10 metros, devido a recorrência de vários pulsos. Apresentam uma alternância das camadas compactas e porosas devido ao polipulsões.

O ônix e a aragonita apresentam estruturas internas coloformes atribuídas à deformação da massa calcária, que originalmente era um gel. As relações de campo de ambos polimorfos (Lacreu, 1999), indicam que houve dois ciclos de mineralização. O primeiro originou a mármore-ônix, e após um lapso prolongado, atuou o segundo ciclo que preencheu com aragonita as fraturas que cortam o ônix e a rocha encaixante. Os minerais hipogénicos (Lacreu, 1999) estão apresentados por calcita e aragonita polimorfos (Lacreu, 1999). A calcita é verde-amarelada a verde-gris e as fibras são transversais aos mantos; é comum a fina laminação. A aragonita é gris-amarelada e suas fibras, também transversais aos mantos, são mais grossas que os da calcita; a laminação é menos freqüente. A mineralização é epigenética epitermal produzida pelo preenchimento de espaços abertos. As reservas totais são de 76.782,5 t (positivas+indicadas+ inferidas+ hipotéticas) para as frentes de lavra de Santa Isabel e Córdoba (Lacreu, 1999).

Na Argentina, no Quaternário, a presença de bacias centípretas em ambiente desértico produziu concentrações de cloreto de sódio e, localmente, de sulfatos (salina Bebedouro, San Luis; Salinas Grandes de Córdoba e Santiago del Estero) (Zappettini, 1999).

La erosión en el ámbito cordillerano produjo concentraciones de diversos metales, entre los que se destacan por su amplia distribución los aluviones auríferos vinculados estrechamente a vetas de oro (distrito Los Ramblones, La Rioja). La erosión de rocas del basamento originó pequeños placeres aluviales de granate y monacita (Río Tercero, Córdoba).

La Salina del Bebedero ocupa morfológicamente la parte más deprimida de la cuenca tectónica de Beazley. Esta cuenca está delimitada por cuatro fallas. Los sedimentos cuaternarios lacustres que contienen las evaporitas fueron aportados por el agua del río Desaguadero a través del arroyo del Bebedero y por aguas surgentes muy mineralizadas del sector este de la salina. La posterior evaporación fue enriqueciendo progresivamente en sales la laguna original, hasta alcanzar un estadio de salina con predominio de halita. Los cordones arenosos conchíferos más recientes son ricos en yeso.

Al principio del Cuaternario, la salina era más extensa que a la fecha, siendo sus aguas salobres; estaba comunicada por el sur con el río Desaguadero a través del arroyo del Bebedero que le aportaba aguas provenientes de los deshielos estivales cordilleranos. Al final del Pleistoceno y comienzos del Holoceno, disminuyeron las lluvias, produciéndose un cambio climático con mayor aridez e intensificándose la formación de médanos que bloquearon la comunicación con el río Desaguadero. Esto produjo una disminución paulatina del espejo de agua, que provocó el aumento de la salinidad de las aguas, transformándose la laguna de salobre a salina. La reserva extraíble por cosecha ascendería a 39 Mt de cloruro de sodio (Beninato, 1999).

En el depósito de cloruro de sodio El Timbó (Tucumán), la explotación se realiza a partir de una salmuera, mediante perforaciones a una profundidad promedio de 70 m con equipos de bombeo electrosumergibles.

A erosão no âmbito cordilheirano produziu concentrações em ambiente desértico de diversos metais, entre os que se destacam, por sua sua ampla distribuição, as aluviões auríferas relacionadas estreitamente aos veios de ouro (distrito Los Ramblones, La Rioja). A erosão das rochas do embasamento originou pequenos *placers* aluviais de granada e monazita (Rio Tercero, Córdoba).

A Salina de Bebedero ocupa morfológicamente a parte mais deprimida da bacia tectônica de Beazley. Esta bacia está delimitada por quatro falhas. Os sedimentos quaternários lacustres que contém os evaporitos foram aportados pela água do rio Desaguadero através do arroio Bebedero e por águas surgentes muito mineralizadas do setor leste da salina. A posterior evaporação foi enriquecendo progressivamente em sais a laguna original, até alcançar um estágio de salina com predominio de halita. Os cordões arenosos conchíferos mais recentes são ricos em sulfato de cálcio.

No início do Quaternário, a salina era mais extensa que atualmente, sendo suas águas salobras; estava comunicada ao sul com o rio Desaguadero através do arroio Bebedero, que aportava águas provavelmente oriunda dos degelos estivais cordilheiranos. Ao final do Pleistoceno e começo do Holoceno, diminuíram as chuvas, produzindo-se uma mudança climática. Com a maior aridez e intensificou-se a formação de dunas que bloquearam a comunicação com o rio Desaguadero. Isto produziu a diminuição paulatina do espelho de água, que provocou o aumento da salinidade, transformando-se a laguna de salobre a salina. A reserva extraível por colheita ascenderia a 39 Mt de cloreto de sódio (Beninato, 1999).

No depósito de cloreto de sódio El Timbó (Tucumán), a exploração realiza-se a partir de uma salmoura, mediante perfurações a uma profundidade média de 70 metros, com equipamentos de bombeamento eletrosurgíveis.

A través de perforaciones () se ha detectado una alternancia de arcillas limosas, limo arenoso y limo arenos-arcilloso, en la que existe un manto de cloruro de sodio. En términos generales en los estratos es común la presencia de un manto de sal de roca, yeso y anhidrita. Se observa una serie de fracturas que influyen sobre el comportamiento de los pozos y del terreno en general.

En el área se halla una serie de intercalaciones limo-areno-arcillosas con capas de cloruro de sodio en forma individual, intercaladas entre los estratos o formando una mezcla entre ambos.

En la mineralogía del depósito se identifica una gran cantidad de yeso, calcita y anhidrita, además de muy escasas lleonhardita, bischofita y natro-trona (Beninato, 1999). El muestreo de las aguas denota una composición química totalmente distinta de los alrededores, donde el agua superficial y de vertiente contiene valores de conductividad, pH y sólidos disueltos totales bastante similares entre ellos.

La salmuera se genera por la disolución de las capas de sal de roca y de los estratos portadores de la misma, no sólo en el depósito sino también en áreas distantes; es decir que se produce una subsaturación por lixiviación por aguas subterráneas y superficiales. Existe una recristalización de distintos tipos de minerales, entre ellos cloruro de sodio, principalmente en la época de reposo de pozos ya que no existe influencia exterior. Este sistema genera un sistema distinto en donde se crea un ambiente en el que la presión aumenta y la circulación es forzada; ello permitiría acelerar procesos naturales que influyen sobre el conjunto y generan mayor disolución y depresión del acuífero, acelerando la percolación e infiltración de agua de los cauces superficiales y dando una disolución mucho más rápida (Bortolotti, 1999). Las reservas medidas alcanzan 377.755,37 m³ y las indicadas 3.568.631,48 metros cúbicos (datos de 1996).

A través de perfurações, detectou-se uma alternância de argilas sílticas, siltitos arenosos e siltitos areno-argilosos, em que existe um manto de cloreto de sódio. Em termos gerais, nos estratos é comum a presença de um manto de sal de rocha, gesso e anidrita. Observa-se uma série de fraturas que influem sobre o comportamento dos poços e do terreno em geral.

Na área ocorre uma série de intercalações siltito-areno-argilosas com camadas de cloreto de sódio em forma individual, intercaladas entre os estratos ou formando uma mistura entre ambos.

Na mineralogia do depósito identifica-se uma grande quantidade de gesso, calcita e anidrita, além de lleonhardita, bischofita e natro-trona escassos (Bortolotti, 1999). A amostragem das águas denota uma composição química totalmente distinta dos arredores, onde a água superficial e de vertente contém valores de condutividade, pH e sólidos dissolvidos totais bastante similares entre eles.

A salmoura é gerada pela dissolução das camadas de sal de rocha e dos estratos portadores do mesmo, não só no depósito, como também em áreas distantes; quer dizer, que produz-se uma subsaturação por lixiviação por águas subterráneas e superficiais. Existe uma recristalização dos distintos tipos de minerais, entre eles o cloreto de sódio, principalmente na época de repouso dos poços, já que não existe influência exterior. Este sistema gera um sistema distinto, onde se cria um ambiente em a pressão aumenta e a circulação é forçada; ele permitiria acelerar os processos naturais que influem sobre o conjunto e geram maior dissolução e depressão do aquífero, acelerando a percolação e infiltração da água das correntes superficiais, e dando uma dissolução muito mais rápida (Bortolotti, 1999). As reservas medidas alcançam 377.755,37 m³ e as indicadas 3.568.631,48 m³ (dados de 1996).

En los depósitos de oro aluvial, el metal proviene generalmente de vetas, vetillas y disseminaciones localizadas a gran altura en la sierra de Famatina hacia el sudoeste del área aluvial, donde se identifican yacimientos conocidos como La Mejicana, Offir, Montey y Nevados del Famatina, cuyas zonas cuspidales habrían sido erodadas y transportadas a esta región (Marcos, 1999). Los depósitos considerados como de mayor interés en el faldeo oriental de la sierra de Famatina (La Rioja) son los denominados Playa Ramblones y Playa Amarilla .

En *Playa Ramblones* se distinguen dos sectores:

- Sur: tiene una ley media de 0,154 g/t Au, con un volumen de 10.944.00 m³; la mineralización se concentra en dos niveles, uno inferior y otro superior, siendo el superior el de mejor ley.
-
- Norte: la ley es de 0,044 g/t y el volumen 5.910.000 metros cúbicos (Marcos, 1999).
-

En *Playa Amarilla* la ley de oro es de 0,120 g/m³ y el volumen 2.317.000 metros cúbicos. Al igual que en Playa Ramblones, la distribución de oro determina dos niveles enriquecidos, superior e inferior, siendo el más profundo el de mejor ley. Entre Playa Ramblones y Playa Amarilla (Marcos, 1999) se han cubado 19.179.000 m³ con una ley general de 0,128 gramos por metro cúbico. El volumen total de los depósitos aluviales del faldeo oriental de la sierra de Famatina ha sido estimado en 85 metros cúbicos (Marcos, 1999).

PROVINCIA LA PUNA

En Argentina, la Puna es una planicie sobre-elevada compuesta por un zócalo de sedimentitas y leptometamorfitas ordovícicas, las que contienen dos fajas de rocas volcánicas también del Ordovícico medio a superior (Fajas Eruptivas de la Puna Oriental y Occidental); estas volcanitas se depositan en discordancia angular sobre rocas ordovícicas y depósitos marinos silúrico-devónicos en el límite con Chile.

Nos depósitos de ouro aluvial, o metal provém geralmente de veios, vênulas disseminações localizadas a grande altura na serra de Famatina, a sudoeste da área aluvial, onde se identificam os jazimentos conhecidos, como La Mejicana, Offir, Montey e Nevados de Famatina, cujas zonas de topo foram erodidas e trasportadas para esta região (Marcos, 1999). Os depósitos considerados como de maior interesse no borda oriental da serra de Famatina (La Rioja) são os denominados Playa Ramblones e Playa Amarilla.

Em *Playa Ramblones* distinguem-se dois setores:

- Sul – tem um teor médio de 0,154 g/t Au, com um volume de 10.944.000 m³; a mineralização concentra-se em dois níveis, um inferior e outro superior, sendo o superior de melhor teor.
- Norte – o teor é de 0,44 g/t Au e o volume de 5.910.000 m³ (Marcos, 1999).

Em Playa Amarilla, o teor de ouro é de 0,120 g/m³ e o volume alcança 2.317.000 m³. A distribuição do ouro, como em Playa Ramblones, determina dois níveis enriquecidos: superior e inferior, sendo o mais profundo o de melhor teor. Em Playa Ramblones e Playa Amarilla (Marcos, 1999), foram cubados 19.179.000 m³ com um teor geral de 0,128 g/m³. O volume total dos depósitos aluviais de encosta oriental da serra de Famatina foi estimado em 85 m³ (Marcos, 1999).

PROVINCIA LA PUNA

Na Argentina, a Puna é uma planície elevada composta por um escudo de rochas sedimentares e leptometamorfitos ordovicianos, que contém duas faixas de rochas vulcânicas, também do Ordoviciano Médio a Superior (Faixas Eruptivas da Puna Oriental e Occidental); essas vulcânicas depositaram-se em discordância angular sobre rochas ordovicianas e depósitos marinhos siluro-devonianos junto a fronteira com o Chile.

Siguen en este sector sedimentitas continentales neopaleozoicas. Los depósitos mesozoicos a terciarios están representados por sedimentitas continentales con una breve ingesión marina. La característica más importante es la actividad volcánica orogénica cenozoica andesítica a dacítica, que se intercala con sedimentitas continentales en parte en cuencas endorreicas, conteniendo estas últimas importantes depósitos evaporíticos. La estructura está caracterizada por grandes corrimientos (Ramos, 1999).

En general, en el Altiplano boliviano existe un control estructural sobre el relieve, en el que los anticlinales forman serranías y los sinclinales valles y zonas bajas. La formación del Altiplano boliviano se inicia en el Paleoceno-Eoceno a partir del comienzo del levantamiento de la Cordillera Oriental; se manifiesta por la sutura intracratónica ubicada debajo de la Cordillera Real, y reflejada en superficie en la Zona de Fallas de la Cordillera Real. Los grandes eventos Incaico, Quechua y otros son etapas de máxima compresión (Martínez et al., 1996).

El Precámbrico y Paleozoico actúan como un basamento sísmico, con una cobertura formada por rocas del Cretácico, Paleógeno y Neógeno y afectada por pliegues y fallas, que en varios sectores del Altiplano pueden ser excelentes trampas petrolíferas (Araníbar et al., 1995).

El Altiplano se divide en tres regiones. En la norte, las rocas más antiguas (proterozoicas) corresponden a los metagranitos del basamento, que constituye el basamento cristalino de la franja occidental de los Andes Centrales. Estas rocas fueron afectadas por un evento metamórfico posterior (Lehmann, 1978). Otro grupo de afloramientos en el Altiplano, cuya edad y génesis aún no ha sido definida, están constituidos por depósitos marinos profundos de turbiditas, lavas almohadilladas basálticas, flujos de detrito, y otras. A estas rocas Díaz-Martínez (1996) les asignó una edad ordovícica. Probablemente, las rocas proterozoicas estuvieron aflorando en el borde occidental del Altiplano durante el Mioceno y el Plioceno. En la región central del Altiplano se han reconocido gneises y charnokitas proterozoicas únicamente en la

Aparecem ainda neste setor rochas sedimentares continentais neopaleozóicas. Os depósitos mesozóicos a terciários estão representados por rochas sedimentares continentais com uma breve ingressão marinha. A característica mais importante é a atividade vulcânica orogênica, andesítica a dacítica, de idade cenozóica, que se intercala com as rochas sedimentares continentais em parte nas bacias endorreicas, que contém importantes depósitos evaporíticos. A estrutura está caracterizada por grandes empurrões (Ramos, 1999).

Em geral, no Altiplano boliviano há um controle estrutural sobre o relevo, em que as anticlinais formam serras, e as sinclinais, vales e zonas baixas. A formação do Altiplano boliviano se iniciou no Paleoceno-Eoceno a partir do início do levantamento da Cordilheira Oriental; manifesta-se pela sutura intracratônica localizada abaixo da Cordilheira Real, e refletida em superfície pela Zona de Falhas da Cordilheira Real. Os grandes eventos Incaico, Quechua e outros, são etapas de máxima compressão (Martínez *et al.* 1996).

O Pré-cambriano e o Paleozóico atuam como um embasamento sísmico, para uma cobertura formada por rochas do Cretáceo, Paleógeno e Neógeno e afetada por dobras e falhas que, em vários setores do Altiplano, podem ser excelentes armadilhas petrolíferas (Araníbar *et al.* 1995).

O Altiplano divide-se em três regiões. No norte, as rochas mais antigas (proterozóicas) correspondem a metagranitos do embasamento, que constituem o embasamento cristalino da franja ocidental dos Andes Centrais. Essas rochas foram afetadas por um evento metamórfico posterior (Lehmann, 1978). Outro grupo de afloramentos no Altiplano, cuja idade e gênese ainda não foram definidas, são constituídos por depósitos marinhos profundos de turbiditos, lavas almohadadas basálticas, fluxos de detrito e outros. Para essas rochas Díaz-Martínez (1996) apontou uma idade ordovíciana. Provavelmente, as rochas proterozóicas estiveram aflorando no bordo ocidental do Altiplano durante o Mioceno e Plioceno. Na região central do Altiplano foram reconhecidos gnaisses e charnokitos proterozóicos

faja volcánica occidental, donde se han descrito rocas más antiguas del Altiplano (Troëng *et al.* 1994; Wörmer, 1999). Se considera como región sur al territorio ubicado entre el salar de Uyuni y la frontera con la República Argentina.

En el Altiplano Occidental Sur (Faja Volcánica), la secuencia empieza con conglomerados sobrepuestos por flujos de detritos, brechas volcánicas y lavas andesíticas, acompañados por conglomerados y areniscas (Almendras *et al.*, 1997). Lavas andesítico/basálticas sobreyacen a esta secuencia.

A partir del Mioceno medio y superior se inicia una gran actividad volcánica en la región, con la presencia de importantes cuerpos de lavas y tobas. Discordantes sobre las anteriores unidades, durante el Mioceno superior se depositaron facies fluvio-lacustres relacionadas a centros de calderas (Pastos Grandes, Guacha y otros).

Según Martínez (1997), el Altiplano está conformado por el Macizo Noraltiplánico y por tres tipos de cuencas cenozoicas desarrolladas sobre un sustrato paleo y mesozoico.

Asociadas a actividad magmática del Paleozoico se emplazaron en Argentina manifestaciones minerales de Cu-Pb-Zn de tipo Kuroko (Sierra de Calalaste, Catamarca).

En Argentina, durante el Paleozoico inferior (Zappettini, 1939) el terreno Antofalla-Arequipa se separó de Pampia mediante un proceso de riftogénesis con atenuamiento cortical, originándose una cuenca marginal; se restablece la sutura con la orogenia oclóyica. En esa cuenca se formaron, en relación con una paleogeografía favorable, depósitos sedimentario-exhalativos de Pb-Zn-Ag, con sectores proximales ricos en Cu (La Colorada, Salta).

Como consecuencia de la deformación asociada con la sutura de los terrenos Pampia y Antofalla-Arequipa, y de la acreción de Cuyania,

unicamente na faixa vulcânica ocidental, onde foram descritas as rochas mais antigas do Altiplano (Troëng *et al.* 1994; Wörmer, 1999). Considera-se como região sul ao território localizado entro o salar de Uyuni e a fronteira com a República Argentina.

No Altiplano Ocidental (Faixa Vulcânica), a seqüência começa com conglomerados recobertos por fluxos de detritos, brechas vulcánicas e lavas andesíticas, acompanhados por conglomerados e arenitos (Almendras *et al.* 1997). Lavas andesito/basálticas recobrem esta seqüência.

A partir do Mioceno Médio e Superior inicia-se uma grande atividade vulcânica na região, com a presença de importantes corpos de lavas e tufos. Discordantes sobre as unidades anteriores, durante o Mioceno Superior depositaram-se fácies flúvio-lacustres relacionadas a centros de caldeiras (Pastos Grandes, Guacha e outros).

Segundo Martínez (1997), o Altiplano está conformado pelo Maciço Noraltiplânico e por três tipos de bacias cenozóicas desenvolvidas sobre um substrato paleo e mesozóico

Na Argentina, associada a atividade magmática do Paleozóico (Zappettini, 1999) ocorrem manifestações minerais de Cu-Pb-Zn do tipo Kuroko (Serra de Calalaste, Catamarca).

Durante o Paleozóico Inferior (Zappettini, 1999) na Argentina, o terreno Antofalla-Arequipa separou-se de Pampia mediante um processo de rifteamento com adelgaçamento cortical, originando uma bacia marginal; restabeleceu-se a sutura com a orogenia oclóica. Nessa bacia se formaram, em situação de paleogeografia favorável, depósitos sedimentar-exalativos de Pb-Zn-Ag, com setores proximais ricos em Cu (La Colorada, Salta).

Como conseqüência da deformação associada à sutura dos terrenos Pampia e Antofalla-Arequipa e da acreção de Cuyania,

se desarrollaron durante el Ordovícico superior-Silúrico inferior procesos de metamorfismo dinámico y térmico que controlaron el emplazamiento de vetas auríferas en las secuencias turbidíticas ordovícicas. Se mencionan como ejemplos el distrito Santa Catalina-Rinconada, en Jujuy, y la mina Incahuasi en Catamarca, esta última (González, 1999) con reservas de 9.000 t y ley promedio de 17 g/t Au. También se generaron zonas de cizalla (Segal et al., 1999) en las que se canalizaron fluidos portadores de Pb-Zn-Ag, como el caso del distrito Pumahuasi, en Jujuy, cuyas reservas totales alcanzan 0,15 Mt con leyes de 8-35% Pb, 8-35% Zn y 53-100 g/t Ag.

La Colorada (Pb-Zn-Ag-Cu) (Salta, Argentina) es un depósito definido como sedimentario exhalativo (Lurgo Mayón et al., 1999) se emplaza en una secuencia integrada por grauvacas, pelitas y niveles delgados de calizas, asignadas a la Formación Chiqueros de edad ordovícica inferior. Esta unidad está afectada por metamorfismo de contacto debido a la intrusión de la Granodiorita Cobres del Ordovícico superior; este proceso produjo esquistos biotítico-cordieríticos con preservación parcial de la estratificación original. Se intercalan esquistos clorítico-granatíferos y niveles de skarn (Lurgo Mayón et al., 1999). En la secuencia metasedimentaria se intercalan a su vez ortoanfibolitas espilíticas, cuyo origen se vincula con una ofiolita en la parte basal. En las cercanías del yacimiento se identificaron diques de andesita y de bostonita, como así también de cuarzo lechoso, riolitas, dacitas y lamprófiros; los diques se vinculan al magmatismo cretácico del Batólito Compuesto de Rangel (Lurgo Mayón et al., 1999).

La mineralización se ubica en el núcleo de una gran antifoma, en cuyo núcleo se emplaza la Granodiorita Cobres.

Constituye un cuerpo tabular que comprende horizontes masivos y semimasivos entre los cuales se observan stockworks.

ocorrieram, durante o Ordoviciano Superior-Siluriano Inferior, processos de metamorfismo dinâmico e térmico que controlaram a intrusão de veios auríferos nas seqüências turbidíticas ordovicianas. Mencionam-se como exemplos, o distrito Santa Catalina-Rinconada em Jujuy, e a mina Incahuasi em Catamarca, ambas na Argentina, esta última com reservas de 9.000 t e teor médio de 17 g/t Au (González, 1999). Também geraram zonas de cisalhamento (Segal et al. 1999) que serviram de canais aos fluidos portadores de Pb-Zn-Ag, como no caso do distrito Pumahuasi em Jujuy, cujas reservas totais alcançaram 0,15 Mt com teores de 8-35% Pb, 8-35% Zn e 53-100 g/t Ag.

O depósito de La Colorada (Pb-Zn-Ag-Cu) em Salta, é definido como sedimentar-exalativo (Lurgo Mayón et al. 1999), e se encaixa numa seqüência constituída por grauvacas, pelitos e níveis delgados de calcários, referidos como Formação Chiqueros do Ordoviciano Inferior. Esta unidade é afetada por metamorfismo de contato devido à intrusão do Granodiorito Cobres (Ordoviciano Superior); este processo produziu xistos biotítico-cordieríticos com preservação parcial da estratificação original. Intercalam-se xistos clorítico-granatíferos e níveis de *skarns* (Lurgo Mayón et al. 1999). Na seqüência metassedimentar intercalam-se ortoanfibolitos espilíticos, cuja origem relaciona-se com um ofiolito na parte basal. Nos arredores do jazimento identificaram-se diques de andesito e de bostonito, bem como de quartzo leitoso, riolitos, dacitos e lamprófiros; os diques relacionam-se ao magmatismo cretácico do Batólito Composto de Rangel (Lurgo Mayón et al. 1999).

A mineralização localiza-se de numa grande antifome cujo núcleo é ocupado pelo Granodiorito Cobres.

Constitui um corpo tabular que compreende horizontes maciços e semimaçicos, entre os quais se observam *stockworks*.

La mineralogía consiste en limonitas, hematita, crisocola, malaquita, azurita, pirrotina, blenda, arsenopirita, calcopirita, galena, magnetita, löllingita, Bi nativo, casiterita, tetraedrita, electrum y covelina. La alteración hidrotermal más importante y abundante es la arcillosa; le sigue la alteración silíceo, que es posterior a la arcillosa. Las alteraciones clorítica, epidótica, ceolítica y carbonática afectan de manera más reducida a la roca de caja y a diques cretácicos. La cubicación del depósito (Lurgo Mayón *et al.*, 1999) comprende 12,5 Mt (probables+posibles), con leyes estimadas de 0,5% Cu, 0,9-1% Zn, 0,1-1% Pb, 33-50% Fe, 7-10 g/t Ag y 0,7 g/t Au.

En la sierra de Rinconada (Jujuy, Argentina) (Zappettini y Segal, 1999) aflora la Formación Acoite, que es una secuencia turbidítica integrada por sedimentitas marinas con metamorfismo regional de bajo grado, de edad ordovícica. Muestra dos secciones. La inferior está representada por metalutitas, metagrauvas y metacuarcitas; siguen lutitas negras con piritita y marcasita. En la sección superior predominan lutitas. La Formación Acoite muestra anticlinales y sinclinales. La mineralización de oro se ubica en los ejes y flancos de los pliegues y también se distribuyen paralelamente a la secuencia sedimentaria, constituyendo una estructura de tipo saddle reef. El modelo de yacimiento es el de vetas de oro en turbiditas.

Se identifican los siguientes depósitos: Farillón, Santo Domingo, Rinconada, Azules y Palca-EI Torno; de menor importancia son Carmen, Pucará Chico, Timón Cruz, San José de la Rinconada, Vitella, San Francisco, y Pueblo Viejo (Zappettini y Segal, 1999).

La mineralización es de edad ordovícica; está dada por oro, electrum, piritita, arsenopirita, pirrotina, calcopirita, blenda, galena, marcasita, mackinawita, andorita, bournonita y casiterita, en ganga de cuarzo.

Los resultados aeromagnéticos indican la ausencia de anomalías vinculadas con procesos magmáticos (Zappettini y Segal, 1999). Las leyes de oro del distrito oscilan entre 20 y 150 gramos por tonelada.

A mineralogía consiste em limonita, hematita, crisocola, malaquita, azurita, pirrotina, blenda, arsenopirita, calcopirita, galena, marcassita, löllingita, Bi nativo, cassiterita, tetraedrita, electrum e covelina. A alteração hidrotermal mais importante é a argilosa. As alterações clorítica, epidotítica, zeolítica e carbonática afetam de maneira reduzida a rocha e os diques cretácicos. A cubagem do depósito (Lurgo Mayón *et al.* 1999) totalizou 12,5 Mt (prováveis + possíveis), com teores estimados de 0,5%Cu, 0,9-1% Zn, 0,1-1% Pb, 33-50% Fe, 7-10 g/t Ag e 0,7 g/t Au.

Na serra de Rinconada em Jujuy (Zappettini e Segal, 1999), aflora a Formação Acoite, uma seqüência turbidítica integrada por sedimentitos marinhos com metamorfismo regional de baixo grau e idade orodoviciana. Mostra duas seções: a inferior está representada por metalutitos, metagrauvas e metaquartzitos: seguem lutitos pretos com piritita e marcassita. Na seção superior, predominam folhelhos. A Formação Acoite mostra anticlinalis e sinclinalis. A mineralização de ouro localiza-se nos eixos e flancos das dobras e também se distribui paralelamente a seqüência sedimentar, constituindo uma estrutura tipo *saddle reef*. O modelo do jazimento é o de veios de ouro em turbiditos.

Identificam-se os seguintes depósitos: Farillón, Santo Domingo, Rinconada, Azules e Palca-EI Torno; de menor importância são os de Carmen, Púcara Chico, Timón Cruz, San José de la Rinconada, Vitella, San Francisco e Pueblo Viejo (Zappettini e Segal, 1999).

A mineralização, de idade ordoviciana, é formada por ouro, electrum, piritita, arsenopirita, pirrotina, calcopirita, blenda, galena, marcassita, mackinawita, andorita, bournonita e cassiterita, em ganga de quartzo.

Os resultados aeromagnéticos indicam a ausência de anomalias vinculadas com processos magmáticos (Zappettini e Segal, 1999). Os teores de ouro do distrito oscilam entre 20 e 150 gramos por toneladas.

Dentro de los episodios mesozoicos en el ámbito de la Puna y la Cordillera Oriental en Argentina, los eventos extensionales son responsables de la intrusión de cuerpos alcalinos: granitos, sienitas y carbonatitas, localmente con mineralización de tierras raras y torio; un ejemplo es el distrito Rangel (Zappettini, 1949), en Salta, cuyas reservas superan los 5 Mt y cuyas leyes de ETR+Y alcanzan 0,5% y de ThO₂ al 0,25%. El magmatismo de retroarco, representado por los cuerpos de Tusaquillas, Abra Laite y Aguilar, se caracteriza por la presencia de fajas de greisen asociadas, las que en Tusaquillas, junto con vetas, son portadoras de W (distrito Tusaquillas-Liquinaste, Jujuy). El granito Aguilar remobilizó la mineralización primaria de tipo SEDEX, originando cuerpos de skarn plumbo-cincífero (Zappettini, 1939).

En Argentina, el subciclo Paleógeno del ciclo Andico está representado por el arco volcánico que en Chile alcanza su máxima expresión y penetra en la Puna argentina al oeste del salar de Arizaro. En este sector se asocian con la actividad magmática depósitos de tipo pórfiro cuprífero (Taca Taca, Salta) y cuerpos de skarn ferrífero (Acay, Salta).

El subciclo Neógeno comprende los episodios metalogenéticos de mayor trascendencia en cuanto a la importancia económica de los yacimientos involucrados, marcados por la evolución y migración del arco magmático emplazado en el eje cordillerano, pero con manifestaciones que se extienden hacia el este hasta 700 km de la trinchera oceánica (Zappettini, 1999).

Durante el Mioceno inferior (25 a 18 Ma) se estableció un arco magmático que dió lugar a una secuencia de andesitas, dacitas y riolitas de desarrollo limitado en las provincias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza.

La denominada Zona Volcánica Central al norte de los 30° de latitud sur comprende un segmento norte en el que la zona de Benioff experimentó una progresiva disminución de su inclinación durante el Mioceno inferior, con la consecuente migración del arco hacia el este siguiendo lineamientos de orientación noroeste que controlaron el emplazamiento de cuerpos volcánicos y subvolcánicos (Zappettini, 1999).

Entre os episódios mesozóicos no âmbito da Puna e da Cordilheira Oriental na Argentina, os extensionais são responsáveis pela intrusão de corpos alcalinos: granitos, sienitos e carbonatitos, localmente com mineralizações de terras raras e tório; um exemplo é o distrito de Rangel em Salta (Zappettini, 1999), cujas reservas superam a 5 Mt e cujos teores de ETR + Y alcançam 0,5% e ThO₂ atinge 0,25%. O magmatismo de retroarco, representado pelos corpos de Tusaquillas, Abra Laite e Aguilar, caracteriza-se pela presença de faixas de greisens associadas; aqueles de Tusaquillas, são portadores de W (distrito Tusaquillas-Liquinaste). O granito Aguilar remobilizou a mineralização primária do tipo SEDEX, originando corpos de skarn plumbo-zincífero (Zappettini, 1999).

Na Argentina, o subciclo Paleógeno do ciclo Andino está representado por um arco vulcânico que alcança sua máxima expressão, no Chile, e penetra pela Puna Argentina a oeste do salar de Arizaro. Neste setor associam-se com a atividade magmática, depósitos do tipo pórfiro cuprífero (Taca Taca em Salta) e corpos de skarn ferrífero (Acay, Salta).

O subciclo Neógeno compreende os episódios metalogenéticos de maior transcendência, quanto a importância econômica dos jazimentos envolvidos, marcados pela evolução e migração do arco magmático emplaçado no eixo cordilheirano, porém com manifestações que se estendem até cerca de 700 km da trincheira oceânica (Zappettini, 1999).

Durante o Mioceno Inferior (25 a 18 Ma) formou-se um arco magmático (Zappettini, 1999), que deu lugar a uma seqüência de andesitos, dacitos e riolitos de desenvolvimento limitado nas províncias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan e Mendoza.

A denominada Zona Vulcânica Central (Zappettini, 1999) ao norte de 30° de latitude sul, compreende um segmento norte em que a zona de Benioff experimentou uma progressiva diminuição de sua inclinação durante o Mioceno Inferior, com a conseqüente migração do arco pra leste, seguindo os lineamentos de orientação noroeste que controlam o alojamento dos corpos vulcânicos e subvulcânicos.

Hacia el Mioceno superior-Plioceno aumenta el ángulo de inclinación de la placa, generando calderas e importantes flujos ignimbríticos asociados en el ámbito de la Puna. Este ámbito ha dado lugar al emplazamiento de mineralizaciones de oro (Pairique, Jujuy), y estaño (Pululus, Jujuy) en este sector de la Puna, algunas vinculadas con cuerpos subvolcánicos no aflorantes (Piriquitas, Jujuy), así como mineralizaciones polimetálicas. Ejemplos de este último modelo lo constituyen la mina Pan de Azúcar (Segal y Caffé, 1999) que posee reservas de 0,1 Mt y leyes de 5,8-6,6% Pb, 5-8% Zn y 280-480 g/t Ag, además de Chocaya (Rachaite) y Chinchillas, todas en Jujuy; también se mencionan Concordia y El Queva, en Salta. También se hallan depósitos de tipo pórfiro de Cu-Au (Inca Viejo, Salta) y de oro (Cerro Redondo, Jujuy). A estos centros de mineralización polimetálica se asocian con frecuencia depósitos epitermales de Mn en las periferias, así como estratoligados vinculados a termalismo (San José, Jujuy), travertinos y ónix (Tocomar, Olacapato, Salta). En las zonas superiores de los estratovolcanes son frecuentes las concentraciones de azufre fumarólico (mina Julia-La Casualidad, cerro Azufre, Salta), así como los cuerpos de perlita (quebrada de Quirón, Salta). Las manifestaciones distales y de hot-springs comprenden depósitos de Cu y Ag, con ejemplos como Eureka y Providencia en Jujuy; este último depósito (Segal, 1999) tiene reservas de 4 Mt y ley de 167 g/t Ag. Asociados a domos lávicos e ignimbritas hay manifestaciones de U (Aguiliri, Jujuy). La actividad magmática explosiva vinculada a la explosión de las calderas en el ámbito de la Puna movilizó fragmentos de rocas alcalinas portadoras de zafiros, los que se concentraron localmente en aluviones (cerro Granadas, Jujuy) (Zappettini, 1999).

En Bolivia se destacan, entre muchos otros, los yacimientos epitermales (San Cristóbal), y del tipo Boliviano (San Antonio de Lípez y Kori Kollo).

El distrito San Cristóbal (Zn-Ag-[Pb]) (Bolivia) se ubica al sur del salar de Uyuni, donde se encuentra el pequeño macizo volcánico de San Cristóbal,

Até o Mioceno Superior-Plioceno aumenta o ângulo de inclinação da placa gerando, no âmbito da Puna, caldeiras e importantes fluxos ignimbríticos associados. Este ambiente deu lugar ao emplaçamento de mineralizações de ouro (Pairique, Jujuy), bem como mineralizações polimetálicas. Exemplo deste último modelo, é a mina Pan de Azúcar que possui reservas de 0,1 Mt e teores de 5,8-6,6% Pb, 5-8% Zn e 280-480 g/t Au (Segal e Caffé, 1999), bem como as minas de Chocaya (Rachaite) e Chinchillas todas em Jujuy; também são mencionadas as minas de Concórdia e El Queva, em Salta. Ocorrem ainda depósitos do tipo pórfiro de Cu-Au (Inca Viejo em Salta) e de Au (Cerro Redondo em Jujuy). A estes, de centros de mineralização polimetálica associam-se, com frequência depósitos epitermais de Mn nas periferias, bem como depósitos *strata-bound* ligados ao termalismo (San José, Jujuy), travertino e ônix (Tocomar, Olacapato em Salta), além de corpos de perlita (quebrada de Quirón, Salta). As manifestações distais e *de hot-springs* compreendem depósitos de cobre e prata, com exemplos como Eureka e Providência em Jujuy; este último depósito tem reservas de 4 Mt e teor de 167 g/t Ag (Segal, 1999). Associados a domos de lava e ignimbritos ocorrem manifestações de U (Aguiliri, Jujuy). A atividade magmática explosiva vinculada a explosão de caldeiras no âmbito da Puna, mobilizou fragmentos de rochas alcalinas portadoras de safira, as quais se concentraram localmente em aluviões (cerro Granadas, Jujuy). (Zappettini, 1999).

Na Bolívia destacam-se, entre muitos outros, os jazimentos epitermais (San Cristóbal) e do tipo Boliviano (San Antonio de Lípez e Kori Kollo).

O distrito de San Cristóbal (Zn-Ag-[Pb]) na Bolívia, localiza-se ao sul do salar de Uyuni, onde se encontra o pequeno maciço vulcânico de San Cristóbal,

objeto del más importante proyecto de prospección, evaluación y desarrollo mineros en curso de ejecución en el país. EL macizo consta de piroclastitas y lavas dacíticas del Mioceno superior intruidas y protruidas por un grupo de stocks, “plugs” y diques subaéreos y de domos de pórfidos riolíticos a andesíticos que han sido datados de la misma edad.

En superficie, gran parte de este complejo extrusivo, intrusivo y sedimentario aparece a la vez fuertemente fracturada. Está penetrativamente silicificada argilitizada, sericitizada y propilitizada por procesos sin a epivolcánicos todavía activos (fuentes termales). Asimismo contiene mineralización masiva de cinc, plata y plomo (distrito San Cristóbal), focalizada en una variedad de trampas tectónicas (fracturas de diversas orientaciones), magmáticas (cúpulas de intrusivos y domos) y aun combinadas: estructurales + magmáticas + sedimentológicas (lagunas de cráteres).

Conforme al tipo de entrapamiento se formaron delgadas vetas con bonanzas pertenecientes a diferentes sistemas (minas Toldos, Hedionda, Bertha y otras), stockworks (Toldos) o voluminosas impregnaciones de sulfuros epigenéticos en los stocks y domos brechificados y/o alterados, y sobre todo singenéticos en los volcano-sedimentos también concomitantemente brechificados y silicificados de los amplios cráteres de San Cristóbal (secciones Tesorera y Jayula inferior) y de Animas. Quedó configurado un yacimiento único en su género, transicional entre las clásicas vetas y diseminaciones epitermales subaéreas de baja sulfuración y una poco habitual variante sublacustre de los depósitos estratiformes de sulfuros masivos volcanogénicos.

Las menas diseminadas del distrito representan una reserva industrial de 259 Mt con 1,6 % Zn, 62 g/t Ag y 0,6 % Pb y una reserva metálica total de 4,1 Mt Zn, 15.830 t Ag y 1,4 Mt Pb. Estas cifras hacen de San Cristóbal el mayor yacimiento de cinc y, después de Potosí, el más rico (a la fecha) en plata de Bolivia (Buchanan 2000; Boden 1998; Jacobson et al. 1969; Baldellón et al. [eds.], en prensa).

objeto do mais importante projeto de prospecção, avaliação e desenvolvimento mineiro em execução no país. O maciço consta de piroclásticas e lavas dacíticas do Mioceno Superior cortadas por um grupo de *stocks*, *plugs* e diques subaéreos e domos de riolitos a andesitos pórfiros que foram datados de mesma idade.

Em superfície, grande parte deste complexo extrusivo, intrusivo e sedimentar aparece, por vezes, bastante fraturado. Está penetrativamente silicificado, argilizado, sericitizado e propilitizado por processos sin a epivolcânicos ainda ativos (fontes termais). Contém mineralização maciça de zinco, prata e chumbo, localizada em uma variedade de armadilhas tectônicas (fraturas de diversas orientações), magmáticas (cúpula de intrusiva e domos) e ainda combinadas: estruturais+magmáticas+sedimentológicas (lagunas de crateras).

Conforme o tipo de armadilha formaram-se delgados veios com *bonanzas* pertencentes a diferentes sistemas (minas Toldos, Hedionda, Bertha e outras), *stockworks* (Toldos) ou volumosas impregnações de sulfetos epigenéticos nos *stocks* e domos brechificados e/ou alterados e sobretudo singenéticos nos vulcano-sedimentos singenéticos também concomitantemente brechados e silicificados das amplas crateras de San Cristóbal (seções Tesorera e Jayula inferior) e Animas. Ficou configurado um jazimento único em seu gênero, transicional entre os clássicos veios e disseminações epitermais subaéreas de baixa sulfuração e um pouco a habitual variante sublacustre dos depósitos estratiformes de sulfetos maciços vulcanogênicos.

Os corpos de minério disseminados do distrito representam uma reserva industrial de 259 Mt com 1,6% Zn, 62 g/t Ag e 0,6% Pb e uma reserva metálica de 4,1 Mt Zn, 15.830 t Ag e 1,4 Mt Pb. Essas cifras fazem de San Cristóbal o maior jazimento de zinco e, depois de Potosí, o mais rico (até a data) em prata da Bolívia (Buchanan, 2000; Boden, 1998; Jacobson et al 1969; Baldellón et al. *No prelo*).

El Macizo del Cerro San Antonio de L pez (Ag–Au–Pb–Zn) (Bolivia) se ubica al sureste de San Cristóbal se halla el complejo estratovolc nico, d mico e intrusivo erosionado de composición esencialmente dacítica; su base groseramente redondeada, se asienta sobre un sustrato de (volcano-)sedimentos continentales eo a mesomiocenos y parece amoldarse en gran medida al contorno de una hipotética caldera resurgente mesomiocena sobre la cual este centro volcánico se habría edificado durante el Mioceno superior. El  rea se ubica en el cruce de varias fallas regionales. En el interior, principalmente hacia el borde del macizo, se encuentran asociadas a anomalías aeromagn ticas prominentes, zonas más o menos extensas de alteración hidrotermal penetrativa (silicificación estructuralmente controlada, sericitización, argilitización, argilitización avanzada ocasional y propilitización marginal) así como vetas (en fracturas distensivas y cizallas, vetillas (haces y stockworks) y disseminaciones mayormente epitermales de metales preciosos y de base (minas y prospectos San Antonio de López, Jaquegua, Mestizo, Nuevo Mundo y otras). Por su magnitud, muchos de estos cuerpos mineralizados resultan bastante atractivos (Baldellón et al. [eds.], en prensa; USGS-GEOBOL 1992; Ahlfeld y Schneider–Scherbina 1964; JICA-MMAAJ 1988–1989; López y Ibañez 1993). Para San Antonio de López, JICA (1987) informó reservas positivas, probables y taqueos con un total de 1.527.819 t, con leyes de 156 g/t Ag, 3,14 % Pb y 5,10 % Zn, como resultado de 38 perforaciones conjuntas con la COMIBOL.

En Kori Kollo (Au–Cu–Ag–[Pb–Zn]) (Bolivia), ubicada en el Altiplano Norte, se halla un grupo de domos fungiformes y eventuales stocks de pórfidos dacíticos a riolíticos mesomiocenos o excepcionalmente al oeste neomiocenos y/o por remanentes del sustrato psamo-pelítico silúrico del distrito. Emplazados en conjunto sobre la traza inferida del corredor de Huarina (que controla de otros centros volcánicos mineralizados en metales preciosos y de base como los de la presente área), estos cuerpos extrusivos e intrusivos parecen alinearse sobre estructuras tect nicas satélites. Se ha planteado además un vínculo global entre el emplazamiento polif sico del complejo  gneo

O Ma ico de Cerro San Antonio de L pez (Ag–Au–Pb–Zn) , na Bolívia, localiza-se a sudeste de San Cristóbal e ocorre como um complexo estratovolc nico dómico e intrusivo erodido, de composi o essencialmente dacítica; sua base grosseiramente arredondada, assenta-se sobre um sustrato de (vulcano-)sedimentos continentais eo a mesomioc nicos e parece amoldar-se ao contorno de um hipotética caldeira resurgente mesomiocênica, sobre a qual este centro vulcânico teria se edificado durante o Mioceno Superior. A  rea localiza-se no cruzamento de várias falhas regionais. No interior, principalmente até a borda do maciço, encontram-se associadas anomalias magnéticas proeminentes, zonas mais ou menos extensas de altera o hidrotermal penetrativa (silicifica o estruturalmente controlada, sericitiza o, argilitiza o, argilitiza o avançada ocasional e propilitiza o marginal), bem como veios (em fraturas distensivas e cisalhas), vênulas (feixes e *stockworks*) e dissemina o principalmente epitermais de metais preciosos e metais básicos (minas e prospectos de San Antonio de L pez, Jaquegua, Mestizo, Nuevo Mundo e outras). Por sua magnitude, muitos desses corpos mineralizados resultam bastante atrativos (Baldellón *et al. no prelo*; USGS-GEOBOL, 1992; Ahlfeld e Schneider–Scherbina, 1964; JICA-MMAAJ 1988-1989; L pez e Iba ez, 1993). Para San Antonio de López, a JICA (1987) definiu reservas positivas, prováveis e bloqueadas, num total de 1.527.819 t, com teores de 156 g/t Ag, 3,14% Pb e 5,10% Zn, como resultado de 38 perfura o conjuntas com a COMIBOL.

Em Kori Kollo (Au–Cu–Ag[Pb–Zn]), localizado no Altiplano Norte, ocorre um grupo de domos fungiformes e eventuais *stocks* de pórfiros dacíticos a riolíticos mesomiocenos ou, excepcionalmente, a oeste, neomiocenos e/ou remanescentes do sustrato psamo-pelítico do distrito. Alojado em conjunto sobre o tra ado inferido do sistema de Huarina (que controla outros centros vulc nicos mineralizados em metais preciosos e básicos, como os da presente área), esses corpos extrusivos e intrusivos parecem alinhar-ser sobre estruturas tect nicas satélites. Foi sugerido ainda um vínculo global entre a intrusão polif sica do complexo  gneo

y la evolución de una caldera volcánica centrada, al nordeste, en la laguna Soledad.

La mayor parte de los domos e intrusivos del área ha sufrido procesos hidrotermales de magnitud proporcional a su grado de fracturamiento. Estos procesos se traducen en alteración fílica central, penetrativa y caracterizada como en Oruro por la proporción a veces considerable (Kori Kollo) de pirita aurífera diseminada en la pasta de las dacitas, alteración a la que se suman, según el caso, silicificación de las zonas fracturadas, turmalinización del núcleo dómico (La Joya) y/o propilitización externa. Asimismo, se encuentran numerosas chimeneas y diques de brechas hidrotermales, y una concentración en gran escala de metales preciosos y de base en forma de vetas, vetillas subparalelas y stockworks ligados a la fracturación tensional y alojados en los domos o en su caja silúrica, así como también de impregnaciones en las brechas y dacitas alteradas. Tres son los sectores a prospectarse: al oeste, la franja Llallagua–Kiska (Au–Ag–[Pb–Zn]), con los prospectos homónimos en sus dos extremos; en el centro–este, el cerro La Joya (Cu–Au–Ag–[W]), y primordialmente, al este, la subárea La Barca–Kori Kollo (Au–[Ag]), ya bien conocida por la relevancia del yacimiento de Kori Kollo, originalmente portador de un mínimo de 161 t Au.

Kori Kollo es a la fecha el mayor productor nacional de este metal, con un recurso adicional de 35 Mt con 1,8 g/t Au en el prospecto aledaño de Llallagua–Nueva Esperanza (Troëng y Riera [eds.], op. cit.; Riera, Troëng, Díaz y Rössling [eds.], en prensa; Columba y Cunningham 1993; Redwood 1986 y 1993; USGS–GEOBOL 1992; Ahlfeld y Schneider–Scherbina, op. cit.).

La mina Julia (Salta, Argentina) es la mayor acumulación de azufre volcánico existente en el país. En el área de la mina se encuentran por lo menos tres volcanes que con sus eyectos construyeron el cerro Estrella. En este cerro se distinguen cinco secuencias de lavas y sus correspondientes tobas; algunas de ellas presentan alteración hidrotermal de intensidad variable a la que se asocia la mineralización de azufre. Esta se halla en cuerpos groseramente tabulares; el

e a evolução de uma caldeira vulcânica situada a nordeste, na laguna Soledad.

A maior parte dos domos e intrusões da área sofreram processos hidrotermais de magnitude proporcional ao seu grau de fraturamento. Esses processos se traduzem em alteração fílica central, penetrativa e caracterizada, como em Oruro, pela proporção, às vezes considerável (Kori Kollo) de pirita aurífera diseminada na matriz dos dacitos, alteração essa a que se soma, segundo o caso, silicificação das zonas fraturadas, turmalinização do núcleo dómico (La Joya) e/ou propilitização externa. Assim mesmo, encontram-se numerosas chaminés e diques de brechas hidrotermais, e uma concentração em grande escala de metais preciosos e básicos na forma de veios, vênulas subparalelas e *stockworks* ligados a um fraturamento tensional, e alojados em domos ou em sua encaixante siluriana, bem como impregnações nas brechas e dacitos alterados. Três são os setores para prospecção: a oeste, a franja Llallagua–Kiska (Au–Ag–[Pb–Zn]), com los prospectos homónimos em seus dois extremos; no centro-leste, no cerro La Joya (Cu–Au–Ag–[W]) e, primordialmente, a leste, na subárea La Barca–Kori Kollo (Au–[Ag]), já bem conhecida pela importância do jazimento de Kori-Kollo, originalmente portador de um mínimo de 161t Au.

Korii-Kollo é até a presente data, o maior produtor nacional deste metal, com recursos adicionais de 35 Mt com 1,8 g/t Au no prospecto vizinho de Llallagua-Nueva Esperanza (Troëng e Riera *no prelo*; Columba e Cunningham, 1993; Redwood, 1986, 1993; USGS_GEOBOL, 1992; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964).

A mina Julia em Salta, na Argentina, é a maior acumulação de enxofre vulcânico existente no país. Na área da mina encontram-se pelo menos três vulcões que, com suas ejeções, construíram ram o cerro Estrella. Neste cerro distinguem-se cinco seqüências de lavas e tufos correspondentes; algumas delas apresentam alteração hidrotermal de intensidade variável, a qual se associa a mineralização de enxofre. Esta se acha em corpos grosseiramente tabulares; a

área azufrada es de naturaleza errática en leyes verticales y laterales y en peso específico.

La dirección tectónica principal regional produjo la alineación de centros efusivos que formaron las corridas Cori y Río Grande. El cerro Estrella se sitúa en el cruce entre estas corridas (Lurgo Mayón, 1999), las que facilitaron probablemente una mayor actividad fumarólica y por lo tanto la mineralización de azufre. Esta mineralización es el producto de la sublimación y las reacciones de oxidación en solfataras y cercanías de cráteres.

En la corrida de Cori se observa alunita supergénica además del azufre. La mineralización se presenta impregnando y reemplazando a las rocas, en grados variables, y también como relleno de grietas y poros. Las reservas alcanzan 3,55 Mt (positivas+probables) con una ley de azufre de 22,5% (Lurgo Mayón, 1999).

Además de la mina Julia, en Salta se encuentran manifestaciones tales como Cerro Tecar, Las Cañucas, Dos de Abril, Flor de Puna, La Negra, Tres Abras, Cerro El Apero, Filón de Azufre, Atalaya, Petrona, La Silla y Sursilla. En Catamarca se menciona Cerro Bayo con un recurso de 7,5 Mt y leyes ente 20 y 30% de azufre; otro depósito es Dos Conos, cuyo recurso alcanza 1,4 Mt con ley de 40,1%. En la provincia de Jujuy se hallan los depósitos Cerro Niño con 33,5% de azufre y Supisaino, y la mina La Betty (Cerro Tuzgle); en un sector de esta última las reservas alcanzan 216.550 t con una ley de 21,7% de azufre. Entre 1963 y 1972 la mina Julia produjo 1,155 Mt con una ley promedio de 21% de azufre (Lurgo Mayón, 1999).

El volcanismo de la Puna se vincula con la subducción de la placa Pacífica, que genera un frente volcánico circumpacífico calcoalcalino (14). En la parte oriental se desarrolla además un frente volcánico extrandino. El azufre se encuentra ligado a esta actividad volcánica. Los depósitos de azufre se relacionarían con un episodio geotectónico de orden mayor, generador de los sistemas de pórfiros de cobre, cuya columna geológica superior evolucionaría hasta rematar en estratovolcanes azufrados.

área com enxofre é de natureza errática quanto aos teores na vertical e na lateral, e quanto ao peso específico.

A direção tectônica principal produziu o alinhamento dos centros efusivos que formaram os lineamentos Cori e Rio Grande. O cerro Estrella situa-se no cruzamento desses sistemas (Lurgo Mayón, 1999), o que facilitou provavelmente uma maior atividade fumarólica e, portanto, a mineralização de enxofre. Esta mineralização é o produto da sublimação e as reações de oxidação nas solfataras e proximidades das crateras.

No lineamento de Cori observa-se alunita supergênica, além do enxofre. A mineralização apresenta-se impregnando e substituindo as rochas em graus variáveis, e também como preenchimento de gretas e poros. As reservas alcançam 3,55 Mt (positivas+prováveis), com teor de enxofre de 22,5% (Lurgo Mayón, 1999).

Além da mina Julia, em Salta encontram-se outras manifestações, tais como Cerro Tecar, Lãs Cañucas, Dos de Abril, Flor de Puna, La Negre, Três Abras, Cerro El Apero, Filón de Azufre, Atalaya, Petrona, La Silla e Sursilla. Em Catamarca menciona-se Cerro Bayo com um recurso de 7,5 Mt e teores entre 20 e 30% S; outro depósito é Dos Conos, cujo recurso alcança 1,4 Mt com teor de 40,1%. Na província de Jujuy encontram-se os depósitos Cerro Niño com 35,5% de enxofre, Supisaino, e a mina La Betty (Cerro Tuzgle); em um setor desta última, as reservas alcançam 216.550 t com teor de 21,7% de enxofre.

O vulcanismo da Puna relaciona-se com a subducção da placa Pacífica, que gerou uma frente vulcânica circumpacífica calcoalcalina (Lurgo Mayón, 1999). Na parte oriental desenvolve-se, além disso, uma frente vulcânica extrandina. O enxofre encontra-se ligado a essa atividade vulcânica. Os depósitos de enxofre estariam relacionados com um episódio geotectônico de ordem maior, gerador dos sistemas de pórfiros de cobre, cuja coluna geológica superior evoluiria até terminar em estratovulcões sulfurosos.

En Taca Taca Bajo (Cu-Au) (Salta, Argentina) las rocas predominantes en los afloramientos del área corresponden a la Formación Taca Taca, de edad ordovícica, que está compuesta por un batolito granodiorítico; en el yacimiento se encuentran granitos. Sobreyace a estas rocas (Rojas *et al.* 1999) una secuencia de areniscas y limolitas con brechas calcáreas en su base e intercalaciones volcánicas de la Formación Laguna de Aracar de edad pérmica. Intruyendo las rocas mencionadas, se observan cuerpos de rocas porfíricas con alteración hidrotermal que han sido datadas como pertenecientes al Oligoceno medio y que forman parte del Complejo Volcánico Santa Inés. La secuencia culmina con sedimentos recientes y evaporitas halíticas, estas últimas del salar Arizaro (Rojas *et al.* 1999).

En el yacimiento aflora un cuerpo de pórfiro dacítico que intruye a la Formación Taca Taca. Existe un juego de estructuras nor-noroeste. La alteración hidrotermal (Rojas *et al.* 1999) incluye fases de potásica, cuarzo-sericítica, silícea, arcillosa y propilítica.

La potásica afecta al pórfiro y a las rocas graníticas. La mayoría de las rocas están afectadas por alteración sericítica, silícea y arcillosa en diversas intensidades. La mineralización primaria principal de Taca Taca Bajo (Rojas *et al.* 1999) incluye calcopirita, covelina, bornita, molibdenita y oro nativo, alojada principalmente en el granito paleozoico y en forma subordinada en el pórfiro cuarzo-feldespático principal; está asociada a la alteración cuarzo-sericítica intensa. Más externamente, y aún dentro de la zona de alteración, se observa una disminución de los sulfuros de cobre y molibdeno y un aumento en el contenido de pirita. El oro está asociado a venillas de cuarzo y zonas silicificadas y muestra una variación vertical notoria (Rojas *et al.* 1999). La mineralización primaria aparece en venillas de cuarzo-sulfuros y disseminaciones de sulfuros; también hay stockworks contemporáneos con las fases de alteración sericítica principal. Los stockworks, compuestos por cuarzo-pirita-calcopirita, bornita y molibdenita, junto con las disseminaciones adyacentes constituyen la principal mena hipogénica del yacimiento.

Em Taca Taca (Cu-Au) na província de Salta, as rochas dominantes nos afloramentos da área correspondem a Formação Taca Taca, de idade ordovicianiana, que é composta por um batólito granodiorítico; no jazimento encontram-se granitos. Sobrepõem-se a essas rochas uma seqüência de arenitos e argilitos com brechas calcárias em sua base e intercalações vulcânicas da Formação Laguna de Aracar de idade permiana (Rojas *et al.* 1999). Intrudindo as rochas mencionadas, observam-se corpos de rochas porfíricas alteradas hidrotermalmente, que foram datadas como do Oligoceno Médio, e que formam parte do Complexo Vulcânico Santa Inés. A seqüência termina com sedimentos recentes e evaporitos halíticos, esses últimos do salar Arizaro (Rojas *et al.* 1999).

No jazimento aflora um corpo de pórfiro dacítico que intrude a Formação Taca Taca. Existe um sistema de estruturas nor-noroeste. A alteração hidrotermal (Rojas *et al.* 1999) inclui as fases potássica, quartzo-sericítica, silicosa, argilosa e propilítica.

A alteração potássica afeta o pórfiro e as rochas graníticas. A maioria das rochas estão afetadas pelas alterações sericítica, silicosa e argilosa em diversas intensidades. A mineralização primária principal de Taca Taca Bajo (Rojas *et al.* 1999) inclui calcopirita, covelina, bornita, molibdenita e ouro nativo, alojada principalmente no granito paleozóico e, de forma subordinada, no pórfiro quartzo-feldspático principal; esta associada com a alteração quartzo-sericítica intensa. Mais externamente, e já dentro da zona de alteração, observa-se uma diminuição dos sulfetos de cobre e molibdênio e um aumento no conteúdo de pirita. O ouro está associado a vênulas de quartzo e zonas silicificadas e mostra uma visível variação vertical (Rojas *et al.* 1999). A mineralização primária aparece na forma de vênulas de quartzo-sulfetos e de disseminações de sulfetos; também ocorrem *stockworks* contemporâneos com as fases de alteração sericítica principal. Os *stockworks*, compostos por quartzo-pirita-calcopirita, bornita e molibdenita, junto com as disseminações adjacentes, constituem o principal corpo mineralizado hipogênico do jazimento.

Otro tipo frecuente está formado por venillas-veillas y vetas compuestas por pirita, calcopirita y cuarzo, ubicadas con frecuencia hacia la parte externa del núcleo mineralizado; tienen halos sericítico-arcillosos. La mineralización diseminada de sulfuros guarda relación con la cantidad de venillas mineralizadas.

El depósito se caracteriza por presentar un bien desarrollado perfil supergénico (Rojas *et al.*, 1999), incluyendo una zona lixiviada, una de cementación de sulfuros y una primaria. Los sulfuros han sido removidos en casi su totalidad, quedando hematita, jarosita, goethita y algunos restos de calcosina en pasaje a atacamita.

Bajo la cubierta lixiviada continúa un horizonte de enriquecimiento supergénico inmaduro compuesto por calcosina y covelina depositadas sobre calcopirita y pirita, cuyo espesor varía entre 20 y 70 metros. En la parte superior predomina calcosina sobre covelina y hacia abajo tiende a desaparecer la calcosina para dar paso a la covelina terrosa. Hay además otros tres niveles de enriquecimiento supergénico.

Las vetas distales han sido lixiviadas y exhiben en superficie una zonalidad de gossans. En la parte occidental del área se distinguen cuerpos de skarn con óxidos de cobre asociados a las sedimentitas pérmicas.

La mineralización de alta ley (>0,6% Cu) contiene sulfuros enriquecidos supergénicamente y algunas intersecciones ricas de carácter hipogénico (Rojas *et al.*, 1999).

La mineralización de pórfiro cuprífero de Taca Taca Bajo alienta expectativas para encontrar nuevos depósitos de cobre asociados al lineamiento Taca Taca-Samenta-Fruso, donde gran parte del área aparece cubierta por sedimentos y volcanitas post-minerales. Los recursos minerales definidos en el cuerpo de mejor ley suman 440 Mt, con leyes de 0,58% Cu, 0,18 g/t Au y 0,02% Mo.

Outro tipo freqüente é formado por vênulas e veios compostos por pirita, calcopirita e quartzo, localizados geralmente até a parte externa do núcleo mineralizado; têm halos sericítico-argilosos. A mineralização disseminada de sulfetos guarda relação com a quantidade de vênulas mineralizadas.

O depósito caracteriza-se por apresentar um bem desenvolvido perfil supergénico (Rojas *et al.* 1999), incluindo uma zona lixiviada, uma de cimentação dos sulfetos e uma primária. Os sulfetos foram removidos em sua quase totalidade, restando hematita, jarosita, goethita e alguns restos de calcosina em transformação para atacamita.

Sob a cobertura lixiviada contínua, o horizonte de enriquecimento supergénico é imaturo, composto por calcosina e covelita depositadas sobre calcopirita e pirita, cuja espessura maior varia entre 20 e 70 metros. Na parte superior predomina calcosina sobre covelita e para baixo tende a desaparecer a calcosina para dar lugar a covelita terrosa. Existem ainda outros três níveis de enriquecimento supergénico. Os veios distais foram lixiviados e exibem em superfície uma zonalidade de *gossans* (Rojas *et al.* 1999). Na parte ocidental da área distinguem-se corpos de *skarns* com óxidos de cobre associados às rochas sedimentares permianas.

As mineralizações de alto teor (>0,6% Cu) contém sulfetos enriquecidos supergenicamente e algumas intersecções ricas de caráter hipógeno (Rojas *et al.* 1999).

A mineralização de pórfiro cuprífero de Taca Taca Bajo alimenta expectativas para encontrar novos depósitos de cobre associados ao lineamento Taca Taca-Samenta-Fruso (Rojas *et al.* 1999), onde grande parte da área aparece coberta por sedimentos e vulcânicas pós-mineralização. Os recursos definidos no corpo de maior teor somam 440 Mt, com teores de 0,58%Cu, 0,18 g/t Au e 0,22% Mo.

La Mina Pirquitas, el depósito polimetálico de estaño y plata más importante de Argentina (Chayle, 1999), se ubica en la prolongación austral de la Faja Boliviana estañífera-argentífera. Se emplaza en la Formación Acoite, de edad ordovícica, constituida por lutitas, limolitas y wackes líticas y cuarzosas, afectadas por metamorfismo regional de bajo grado. Los estratos están fuertemente plegados y fracturados. El plegamiento produjo anticlinales y sinclinales muy cerrados con orientación similar a la de los estratos. La mineralización es vetiforme y anterior al plegamiento. La Formación Tiomayo de edad miocena media se apoya en discordancia angular sobre la Formación Acoite; está constituida por areniscas finas, limolitas, conglomerados con niveles de ignimbritas, tufitas y tobas laminadas. En los niveles superiores del Terciario existen niveles conglomeráticos que habrían sido portadores de oro en el área de Pirquitas. La Formación Tiomayo culmina con sedimentitas volcánicas. Sobre esta unidad se apoyan conglomerados portadores de estaño, asignados tentativamente al Mioceno medio-superior. Culmina la columna con depósitos cuaternarios. Estudios aeromagnéticos realizados en la Puna indican la presencia de un cuerpo subvolcánico a una profundidad de 500 metros. La mineralización se presenta en venas, stockwork, brechas y diseminada. En el yacimiento se identificaron más de 70 minerales primarios (cassiterita, antimonita, calcopirita, argentita, entre otros) y secundarios, en ganga de cuarzo. Hay alteración hidrotermal, representada por silicificación, sericitización con piritita, caolinización y alunitización. Las leyes son de 167,1 g/t Ag, 0,33% Sn y 0,57% Zn, con reservas de 21,65 millones de toneladas. En el aluvión Pircas la ley de Sn alcanza 0,123 g/m³, y en San Marcos 0,268kg/m³ con reservas de 935.000 t totales (Chayle, 1999).

Los depósitos de perlita de la Quebrada de Quirón (Salta, Argentina) afloran en el extremo sudoeste del cerro Azufre, que es parte del complejo volcánico El Queva; se encuentran andesitas de la Formación Rumibola, a las que se asocian rocas felsíticas, brechas, rocas vítreas perlíticas y semiperlíticas, todas apoyadas en discordancia sobre sedimentitas samíticas y

A mina Pirquitas, o depósito de estanho e prata mais importante da Argentina (Chayle, 1999), localiza-se no prolongamento sul da Faixa Boliviana estanho-argentífera. Encaixa-se na Formação Acoite, de idade ordoviciano, constituida por lutitos, argilitos e wackes líticos e quartzosos, afetados por metamorfismo regional de baixo grau. Os estratos estão fortemente dobrados e fraturados. O dobramento produziu anticlinalis e sinclinalis muito fechadas com orientação similar a dos estratos. A mineralização é vetiforme e anterior ao dobramento. A Formação Tiomayo de idade miocênica média cobre em discordância angular a Formação Acoite; está constituída por arenitos finos, argilitos, conglomerados com níveis de ignimbritos, tufitos e tufos laminados. Nos níveis superiores do Terciário ocorrem níveis conglomeráticos que teriam sido portadores de ouro na área de Piriquitas. A Formação Tiomayo encerra com sedimentitos vulcanoclásticos. Sobre esta unidade apóiam-se conglomerados portadores de estanho, referidos tentativamente ao Mioceno Médio-Superior. Encerra-se a coluna com depósitos quaternários (Chayle, 1999). Estudos aeromagnéticos realizados na Puna indicam a presença de um corpo subvulcânico a uma profundidade de 500 metros. A mineralização apresenta-se em veios, *stockwork*, brechas e disseminada. No jazimento identificaram-se mais de 70 minerais primários (cassiterita, antimonita, calcopirita, argentita, entre outros) e secundários, em ganga de quartzo. Ocorre alteração hidrotermal, representada por silicificação, sericitização com piriita, caulinizacão e alunitização (Chayle, 1999). Os teores são de 167,1 g/t Ag, 0,33% Sn e 0,57% Zn, com reservas de 21,65 Mt. Na aluvião Pircas, o teor de Sn atinge 0,123 g/m³ e, em San Marcos, 0,268 g/m³ com reservas de 935.000 t (Chayle, 1999).

Os depósitos de perlita da Quebrada de Quirón na província de Salta, afloram no extremo sudeste do cerro Azufre, que é parte do complexo vulcânico El Queva; encontram-se andesitos da Formação Rumibola, a que se associam rochas félsicas, brechas, rochas vítreas perlíticas e semiperlíticas, todas apoiadas em discordância sobre rochas sedimentares psamíticas

pelíticas marinas del Ordovícico (Ramallo, 1999). Se considera que las rocas vítreas son productos póstumos del vulcanismo. Las perlitas se presentan como domos. Las canteras más conocidas son Anftrite, Taurus, Rosita, Angel del Infierno y Acuyico. Tienen elevado contenido de agua, que permite una gran expansión, y se caracterizan por su fracturación, estructura fluidal y proporción de vidrio superior al 95%.

En Argentina, contemporáneamente con el arco volcánico paleógeno, y hacia el este del mismo, se generan (Zappettini, 1999) importantes depósitos de areniscas rojas, que colmatan cuencas de probable origen extensional. Estas secuencias presentan intercalaciones de yeso y sal (sal de Tolar Grande, Salta) y manifestaciones de Cu estratoligado (Los Colorados, Salta).

Las cuencas de retroarco constituyeron cuencas centrípetas en el ámbito de la Puna, lo que dió lugar a concentraciones de sales, que generaron depósitos de interés económico de boratos, sal y yeso en secuencias del Mioceno superior (Tincalayu y cuenca de Pastos Grandes, Salta).

En el Cuaternario (Zappettini, 1999), las condiciones de cuencas centrípetas en el ámbito de la Puna persistieron, produciendo concentraciones de sales en los salares, con participación de proporciones variables de cloruros, boratos y sulfatos, y entre los cationes Na, Mg, K, Ca y Li (Salinas Grandes, Jujuy - boratos y sal-; salares Hombre Muerto, Catamarca y Salta, y Rincón, Salta - boratos, sal y salmueras ricas en Li-; salar Taca Taca, Salta -sal-; salar Centenario, Salta -boratos-; salar Río Grande, Salta - sulfatos-), así como concentraciones lagunares de diatomita (laguna Socompa, Salta). La presencia de B y Li está relacionada con la actividad termal ligada al vulcanismo de arco de la región. La erosión en el ámbito cordillerano produjo concentraciones de diversos metales, entre los que se destacan por su amplia distribución los aluviones auríferos vinculados estrechamente a vetas de oro (distrito Santa Catalina-Rinconada, Jujuy).

e pelíticas marinas do Ordoviciano (Ramallo, 1999). Considera-se que as rochas vítreas são produtos póstumos do vulcanismo. As perlitas apresentam-se como domos. As frentes de lavra mais conhecidas são Anftrite, Taurus, Rosita, Angel Del Infierno e Acuyico. Elas têm elevado conteúdo de água, que permite uma grande expansão, e caracterizam-se pela sua fraturamento, estrutura fluidal e proporção de vidro superior a 95%.

Na Argentina, contemporâneos ao arco vulcânico paleógeno e até para leste do mesmo, foram gerados (Zappettini, 1999) importantes depósitos de arenitos vermelhos, que colmatam bacias de provável origem extensional. Essas seqüências apresentam intercalações de gesso e sal (sal de Tolar Grande, em Salta), e manifestações de Cu *strata-bound* (Los Colorados, Salta).

As bacias de retroarco constituem bacias centrípetas no âmbito da Puna, o que deu lugar a concentrações de sais, que geraram depósitos de interesse econômico de boratos, sal e gesso em seqüências do Mioceno Superior (Tincalayu e bacia de Pastos Grandes, Salta).

No Quaternário (Zappettini, 1999), as condições das bacias centrípetas no âmbito da Puna persistiram, produzindo concentrações de sais nos salares com participação de proporções variáveis de cloretos, boratos e sulfatos, e entre os cátions Na, Mg, K, Ca e Li (Salinas Grandes, Jujuy – boratos e sal; salares Hombre Muerto, Catamarca e Salta – sal; salar Centenário, Salta – boratos; salar Río Grande, Salta – sulfatos), bem como concentrações lagunares de diatomita (laguna Socompa, Salta). A presença de B e Li está relacionada com a atividade termal ligada ao vulcanismo de arco da região. A erosão no âmbito cordilheirano produziu concentrações de diversos metais, entre os quais se destacam, por sua ampla distribuição, as aluviões auríferas relacionadas estreitamente aos veios de ouro (distrito Santa Catalina-Rinconada, Jujuy).

En Bolivia se ubican en esta unidad los depósitos asociados a *redbeds* (Corocoro y Chacarilla, de Cu-Ag-U) y el salar de Uyuni, que es el mayor depósito evaporítico del mundo, contiene la mayor reserva mundial de litio y es una importante fuente de ulexita y halita.

La Faja de Corocoro (Cu-[Ag-U]) (Bolivia) es el cinturón de capas rojas más rico en cobre del país. Las potentes secuencias terciarias de conglomerados, areniscas y argilitas (más o menos yesíferas) versicolores fluvio-lacustres que afloran en el área pertenecen esencialmente a las Formaciones Ballivián (localmente denominada "Ramos") del Oligoceno y Caquiaviri (o "Vetas") del Mioceno medio (¿a superior?). Dentro de las areniscas y (micro) conglomerados descoloridos de ambas unidades se encuentran ampliamente difundidos los mantos, lentes estratiformes y vetas a vetillas (muy subordinadas) de Cu-(Ag-Pb-Zn/U) de la subprovincia cuprífera altiplánica, en los distritos mineros de Anaconda, Corocoro y Asunta. Los controles determinantes de la mineralización fueron el sistema de fallamiento sinsedimentario (hoy compresivo) que atraviesa longitudinal (en el centro) u oblicuamente (al sur) el cinturón muy en especial el célebre cabalgamiento de Corocoro, sobre el cual se alinean todos sus principales yacimientos, y en menor medida los diápiros oligo-miocenos cercanos, igualmente emplazados a lo largo de estas estructuras mayores. Estas han de ser, en consecuencia, las guías básicas de prospección de las menas subaflorantes (Riera, Troëng, Díaz y Rössling [eds.], op. cit.; USGS-GEOBOL, op. cit.; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Entwistle y Gouin 1955; Ljunggren y Meyer 1964). Corocoro es la mayor acumulación de cobre en Bolivia (más de 500.000 t).

El salar de Uyuni (B-Cloruro de sodio-Li-K-Mg) (Bolivia) es una costra salina de aproximadamente 10.000 km² de superficie y 11 m de espesor máximo, constituida por halita (95%) y yeso (5%). Esta costra superficial presenta una capa altamente porosa y permeable en cuyos intersticios se encuentran retenidas salmueras ricas en litio, potasio, boro, magnesio y otros elementos de relevante importancia económica como rubidio, cesio,

Na Bolívia, localizam-se nesta unidade depósitos associados a *redbeds* (Corocoro e Chacarilla, de Cu-Ag-U) e o salar de Uyuni, que é o maior depósito evaporítico do mundo, e contém a maior reserva mundial de lítio, além de importante fonte de ulexita e halita.

A Faixa de Corocoro (Cu-[Ag-U]) é o cinturão de camadas vermelhas mais ricos do país. As espessas seqüências terciárias de conglomerados, arenitos e argilitos (mais ou menos com gesso) multicores flúvio-lacustres que afloram na área, pertencem essencialmente as formações Ballívia (localmente chamada "Ramos") do Oligoceno e Caquiaviri (o "Vetas") do Mioceno Médio (a Superior?). Dentro dos arenitos e (micro)conglomerados descoloridos de ambas as unidades encontram-se amplamente difundidos os *mantos*, lentes estratiformes e veios a vênulas (muito subordinadas) de Cu-[Ag-Pb-Zn/U] da subprovincia cuprífera altiplânica, nos distritos mineiros de Anaconda, Corocoro e Asunta. Os controles determinantes da mineralização foram o sistema de falhamento sinsedimentar (hoje compressivo) que atravessa longitudinal (no centro) a obliquamente (ao sul) o cinturão, muito em especial o célebre cavalgamento de Corocoro, sobre o qual se alinham todos seus principais jazimentos e, em menor proporção, os diápiros oligo-miocênicos próximos, igualmente alojados ao longo dessas estruturas maiores.. Esses são, como conseqüência, os guias básicos de prospeção dos corpos subaflorantes (Riera *et al.*, *no prelo*; USGS-GEOBOL, 1992; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Entwistle e Goin, 1955; Ljunggren e Meyer, 1964). Corocoro é a maior acumulação de cobre da Bolívia (mais de 500.000 t).

O salar de Uyuni (B- cloreto de sódio- Li-K-Mg) na Bolívia, é uma crosta salina de aproximadamente 10.000 km² de superfície e 11 metros de espessura máxima, constituído por halita (95%) e gesso (5%). Esta crosta superficial apresenta uma camada altamente porosa e permeável, em cujos interstícios se encontram retidos salmouras ricas em lítio, potássio, boro, magnésio e outros elementos de relevante importância econômica como rubídio, césio,

francio e itrio. Por debajo de esta costra y hasta 120 m de profundidad investigada, existe una sucesión de otras catorce costras salinas intercaladas con capas de sedimentos lacustres rellenas con salmuera intersticial que albergan enormes recursos potenciales aún no evaluados de litio, potasio, boro y magnesio. En la desembocadura del río Grande de Lípez (sur del salar) se hallaron las mayores concentraciones de litio, boro, potasio y magnesio, constituyéndose en una de las zonas de mayor interés para la explotación de litio. El valor de las reservas en forma de compuestos químicos de la primera capa o costra superficial es el siguiente: 8,9 Mt Li; 194 Mt K; 211 Mt Mg; y 7,7 Mt B.

Tincalayu (Boratos-sal) (Salta, Argentina), junto con Loma Blanca (Jujuy), representa dos de los cuatro únicos yacimientos de tincal en el mundo (los otros dos son Kirka en Turquía y Boron en California) (Alonso, 1999); a la fecha se encuentra en explotación. El depósito cubre un área de 10 km de longitud por 2 km de ancho. Forma parte de la Formación Sijes de edad miocena, en la que se distinguen tres Miembros de base a techo: Halítico, Boratífero y Pelítico. El Miembro Halítico está representado por sal de roca y se lo ha detectado en perforaciones. El Miembro Pelítico está constituido por limoarcilitas, areniscas, arcilitas y tobas, con algunos bancos de yeso; cubre al Miembro Boratífero. Todo el conjunto se halla fuertemente plegado. El paso del cuerpo salino al boratífero es transicional, pero el de éste último al Miembro Pelítico es neto. El yacimiento consiste en un cuerpo prácticamente monomineral. El mineral predominante es bórax o tincal, junto a kernita, tincalconita y ulexita; se reconocen en total diecisiete especies minerales. La asociación mineralógica de Tincalayu es única en el mundo (Alonso, 1999). Las reservas alcanzan los 5 Mt, con ley de 18% B₂O₃.

Loma Blanca (Boratos) (Jujuy, Argentina) constituye la cuarta ocurrencia de bórax en capas terciarias a nivel mundial luego de los grandes yacimientos de Kirka (Turquía), Kramer (California, EE. UU.) y Tincalayu. Además representa el segundo depósito de tincal en rocas neógenas

frâncio e ítrio. Por baixo desta crosta e até 120 metros de profundidade investigada, ocorre uma sucessão de outras quatorze crostas salinas intercaladas com camadas de sedimentos lacustres cheias de salmoura intersticial que abrigam recursos potenciais, ainda não avaliados de lítio, potássio, boro e magnésio. Na desembocadura do rio Grande de Lípez (ao sul do salar) encontraram-se as maiores concentrações de lítio, boro, potássio e magnésio, constituindo-se em uma zonas de maior interesse para a exploração de lítio. O total das reservas na forma de compostos químicos da primeira camada ou crosta superficial é o seguinte: 8,9 Mt Li; 194 Mt K; 211 Mt Mg; e 7,7 Mt B.

Tincalayu (boratos-sal) em Salta na Argentina, junto com Loma Blanca (Jujuy), representam dois do quatro únicos jazimentos de tincal no mundo (os outros são Kika na Turquia e Boron na Califórnia, USA) (Alonso, 1999); O depósito cobre uma área de 10 km de comprimento por 2 km de largura. Forma parte da Formação Sijes de idade miocênica, em que se distinguem três membros, das base para o topo: Halítico, Boratirífero e Pelítico. O Membro Halítico está representado por sal de rocha, e só detectado em perfurações. O Membro Pelítico é constituído por siltitos argilosos, arenitos e tufos, com alguns bancos de gesso; cobre o Membro Boratirífero. Todo o conjunto se acha fortemente dobrado. A passagem do corpo salino para o boratirífero é transicional (Alonso, 1999), porém a passagem deste último membro para o Membro Pelítico é nítido. O jazimento consiste de um corpo praticamente monomineral. O mineral predominante é bórax ou tincal, junto a kernita, tincalconita e ulexita; identificam-se um total de 17 minerais. A associação mineralógica de Tincalayu é única no mundo (Alonso, 1999). As reservas atingem 5 Mt, com teores de 18% B₂O₃.

Loma Blanca (boratos) em Jujuy na Argentina, representa o segundo depósito de tincal em rochas neógenas descoberto na Puna (Alonso, 1999). É conhecido como um depósito de inyoíta. Logo se descobriram camadas de bórax por baixo das de inyoíta, e que modificaram os parâmetros econômicos do depósito.

descubierto en la Puna (Alonso, 1999). A la fecha está en explotación. Era conocido como un depósito de inyoita. Luego se descubrieron capas de bórax por debajo de las de inyoita, las que modificaron los parámetros económicos del depósito. La sección boratífera ocupa unos 20 m de la columna litológica aflorante. Las capas de boratos se encuentran interestratificadas en una sucesión de arcillas tufíticas de la Formación Sijes de edad miocena superior. En Loma Blanca se encuentran tres especies minerales abundantes y de interés económico, que son tincal, ulexita e inyoita (Alonso, 1999); también están presentes en cantidades menores colemanita y teruggita. Presenta zonalidad, dada por boratos de calcio, luego boratos de calcio y sodio, boratos de sodio, nuevamente de calcio y sodio y por último de calcio; los de calcio se encuentran por encima de los de sodio, lo cual constituye una guía para la exploración. Se diferencia de Tincalayu por la ausencia de facies de halita y yeso. Tincalayu representa un antiguo cuerpo lagunar aislado alimentado por aguas termales ricas en boro y en un marco de volcanismo activo y clima árido. Hubo un basculamiento del depósito y luego una remodelación erosiva expuso el manto mineralizado a la meteorización. El bórax es inestable y se altera a ulexita, pero por debajo del nivel freático se conserva puro y fresco. Las reservas alcanzan 12,74 millones de toneladas (Alonso, 1999).

En el salar Pozuelos (Salta, Argentina), ubicado al oeste del salar Pastos Grandes, se encuentra ulexita adosada a un pequeño monte-isla de rocas paleozoicas en el sector noroccidental del salar. Al sur de esta manifestación hay ulexita nodular en niveles rítmicos con arenas rojizas. Hacia abajo continúa una arena gris oscura a negra (Alonso, 1999). Estas ritmitas son similares a las descritas para el borde oriental del salar Hombre Muerto. En el sector nororiental del salar (mina San Mateo) hay ulexita a 1,5 m de profundidad por debajo de arcillas rojas; este sector ha sido recientemente explorado y evaluado.

En el salar Hombre Muerto (Catamarca – Salta, Argentina) se comprobó la presencia de elementos metálicos ligeros en las salmueras, tales como Li, K, B, Mg, Ca, Na, Cs y Rb,

A seção boratífera ocupa cerca de 20 metros da coluna litológica aflorante. As camadas de boratos encontram-se interestratificadas em uma sucessão de argilas tufíticas da Formação Sijes de idade miocênica superior. Em Loma Blanca se encontram três espécies minerais abundantes e de interesse econômico, que são tincal, ulexita e inyoita (Alonso, 1999); também estão presentes, em quantidades menores, colemanita e teruggita. Apresenta zonalidade, dada pelos boratos de cálcio, a seguir boratos de cálcio e sódio, boratos de sódio, novamente de cálcio e sódio e, por último, borato de cálcio; os de cálcio se encontram por cima dos boratos de sódio, o que constitui um guia para exploração. Diferencia-se de Tincalayu pela ausência das fácies de halita e gesso. Tincalayu representa um corpo lagunar antigo ilhado, alimentado por águas termais ricas em boro e um marco do vulcanismo ativo e clima árido. Houve um basculamento do depósito e logo a modelagem erosiva expôs o manto mineralizado à meteorização. O bórax é instável e se altera a ulexita, porém abaixo do nível freático conserva-se puro e inalterado. As reservas alcançam 12,74 Mt (Alonso 1999).

No salar Pozuelos (Salta, Argentina), localizado no oeste do salar Pastos Grandes, encontra-se ulexita colada a um pequeno morro-ilha de rochas paleozóicas no setor noroeste do salar. Ao sul desta manifestação ocorre ulexita nodular em níveis rítmicos com areias avermelhadas. Para baixo continua um areia cinza escura a preto (Alonso, 1999). Estes ritmos são similares às descritas para o bordo oriental do Salar Hombre Muerto. No setor nordeste do salar (mina San Mateo) ocorre ulexita a 1,5 m de profundidade abaixo de argilas vermelhas; este setor foi recentemente explorado e avaliado

No salar Hombre Muerto (Catamarca-Salta, Argentina) comprovou-se a presença de elementos metálicos leves nas salmouras como Li, K, B, Mg, Ca, Na, Cs e Rb.

entre otros. Se determinó una estrecha relación entre salares con yacimientos de boratos y salmueras ricas en litio. Los salares que se estudiaron concretamente para su explotación comercial fueron Rincón y Hombre Muerto. En este último se desarrolló el proyecto Fénix para la explotación de salmueras litíferas. La evaluación indica 700 a 800 ppm de Li y de 7.000 a 8.000 ppm de K con reservas de 648 millones de metros cúbicos. La Argentina esta entre los primeros lugares de reservas y de producción mundial de sales de litio, y constituye el recurso evaporítico de mayor impacto económico en la Puna argentina (Alonso, 1999).

Las facies boratíferas del salar Hombre Muerto se distribuyen principalmente en la mitad occidental del salar, donde alcanzan las mejores concentraciones (2). El mineral dominante en toda el área es ulexita y sólo se han encontrado reducidas manifestaciones de bórax en el extremo austral de la península de Tincalayu. La ulexita aparece en capas con predominio del tipo nodular (papas). En algunos casos se observan ritmitas de ulexita-clásticas. En general existe una tendencia a la estratificación de los niveles boratíferos. El sustrato de la capa boratífera está constituido comúnmente por arcillas rojas o verdes, en algunos casos fértidas. Pueden observarse restos de travertinos hidrotermales en varios puntos del salar. En general se trata de mineral de escaso espesor, con leyes del 30% de anhídrido bórico y bajo contenido de cloruro de sodio. Es importante recordar que la subcuenca oriental del salar Hombre Muerto es poco salina, lo cual favorece la calidad de los boratos. Se estimaron reservas (Alonso, 1999) de 7,5 Mt de ulexita para la totalidad del salar, más 1,5 Mt para la subcuenca oriental del salar.

En el distrito Rinconada (Au) (Jujuy, Argentina), los aluviones auríferos y estañíferos se han generado en un área orogénicamente activa a lo largo del Cuaternario (Zappettini y Segal, 1999) y su localización está estrechamente vinculada con la presencia de mineralizaciones primarias de oro y estaño vetiformes respectivamente.

Determinou-se uma estreita relação entre os salares com jazimentos de boratos e salmouras ricas lítio. Os salares que se estudaram concretamente para exploração comercial foram Rincón e Hombre Muerto. No último desenvolveu-se o projeto Fenix para a exploração de salmouras litíferas. A avaliação indica 700 a 800 ppm de Li e de 7.000 a 8.000 de K com reservas de 648 M m³. A Argentina está entre os primeiros lugares em reservas e produção mundial de sais de lítio, e constitui o recurso evaporítico de maior impacto econômico na Puna Argentina (Alonso, 1999).

As fácies boratíferas do salar Hombre Muerto distribuem-se principalmente na metade ocidental do salar, donde alcançam as melhores concentrações (Alonso, 1999). O mineral dominante em toda a área é ulexita, e só foram encontradas reducidas manifestações de borax no extremo sul da península de Tincalayu. A ulexita ocorre em camadas com predominio do tipo nodular ("papas"). Em alguns casos observam-se ritmitos de ulexita-clásticos. Em geral, existe uma tendência à estratificação dos níveis boratíferos. O substrato da camada boratífera é constituído normalmente por argilas vermelhas ou verdes, em alguns casos fértidas. Pode-se observar restos de travertinos hidromtermais, em vários pontos do salar. Em geral, trata-se de mineral de reduzido tamanho, com teores de 30% de anhídrido bórico e baixo teor de cloreto de sódio. É importante lembrar que a sub-bacia oriental do salar Hombre Muerto é pouco salina, o que favorece, a qualidade dos boratos. Estima-se reservas (Alonso, 1999) de 7,5 Mt de ulexita para a totalidade do salar, mais 1,5 Mt para a sub-bacia oriental do salar.

No distrito Rinconada (Au) em Jujuy na Argentina, as aluviões auríferas e estaníferas foram geradas em uma área orogenicamente ativa ao longo do Quaternário (Zappettini e Segal, 1999), e sua localização está estreitamente ligada à presença de mineralizações primárias de ouro e estanho vetiformes, respectivamente.

Debe destacarse la presencia en los distritos auríferos de conglomerados terciarios, portadores de oro en proporciones no económicas que representarían una primera etapa de concentración, y de cuya erosión se habrían originado los actuales depósitos. Similar esquema es válido para la preconcentración de aluviones estañíferos.

En el distrito Santa Catalina-Rinconada-Carahuasi (Jujuy, Argentina), los aluviones auríferos se distribuyen en ambos flancos de la sierra de Rinconada, siendo particularmente ricos aquellos que se localizan aguas debajo de las vetas auríferas (Zappettini y Segal, 1999). Se destacan Rinconada-El Cóndor y Santo Domingo en el flanco oriental, y Ajedrez, Orosmayo y Eureka en el flanco occidental de la sierra.

En El Cóndor la secuencia aluvial se asienta sobre sedimentitas ordovícicas. Inmediatamente encima de éstas se encuentra un primer nivel conglomerádico aurífero denominado Llampo Inferior; en este nivel las leyes de oro oscilan entre 20 y 70 gramos por tonelada. Por encima de la secuencia areno-conglomerádica que sigue se dispone un nivel de arcilla tuffítica blanca a grisácea. Sobre estas tobas se dispone un segundo nivel conglomerádico aurífero llamado Llampo Superior, con leyes menores de oro. Siguen niveles arenosos y conglomerádicos pobres en oro. El nivel superficial del aluvio está localmente enriquecido en oro por efecto de remoción de material arenoso, constituyendo así un depósito eluvial con leyes de hasta 2 gramos por tonelada. El paleocanal fue cubicado por métodos geofísicos en 40 millones de metros cúbicos. Se lo explota en forma artesanal Cuaternario (Zappettini y Segal, 1999).

Eureka es un depósito de cobre y oro. Tiene una ley de 2,3% Cu. Sobre areniscas y pelitas ordovícicas de la Formación Acoite se disponen sedimentitas continentales terciarias al que sobreyace el depósito que contiene la mineralización cuproaurífera y que tiene edad pleistocena. Los niveles mineralizados constituyen un horizonte bastante constante y están acompañados por bancos irregulares y discontinuos de conglomerado mediano a fino. La mineralización de los conglomerados, muy irregular, está formada en superficie por

Cabe destacar a presença, nos distritos auríferos, de conglomerados terciários, portadores de ouro em proporções não-econômicas, que representariam uma primeira etapa de concentração, e de cuja erosão teriam se originado os atuais depósitos. Esquema similar é válido para a pré-concentração das aluviões estaníferas.

No distrito Santa Catalina-Rinconada-Carahuasi (Au) em Jujuy, Argentina, as aluviões auríferas distribuem-se em ambos os flancos da serra de Rinconada, sendo particularmente ricos aqueles que se localizam abaixo dos veios auríferos (Zappettini e Segal, 1999). Destacam-se Rinconada-El Cóndor e Santo Domingo no flanco oriental, e Ajedrez, Orosmayo e Eureka no flanco ocidental da serra.

Em El Cóndor, a seqüência aluvial assenta sobre rochas sedimentares ordovicianas. Logo acima destas encontra-se o primeiro nível conglomerático aurífero denominado Llampo Inferior; neste nível os teores de ouro variam entre 20 e 70 g/t. Acima da seqüência areno-conglomerática que se segue dispõe-se o segundo nível conglomerático aurífero chamado Llampo Superior, com teores menores de ouro. Seguem níveis arenosos e conglomeráticos pobres em ouro. O nível superficial da aluvião está localmente enriquecido em ouro por efeito da remoção do material arenoso, constituindo assim, um depósito eluvial com teores de até 2g/t. O paleocanal foi cubado por métodos geofísicos em 40 milhões de metros cúbicos. Ele é explotado de forma artesanal (Zappettini e Segal, 1999).

O depósito de cobre e ouro de Eureka tem um teor de 2,3% Cu. Sobre os arenitos e pelitos ordovicianos da Formação Acoite dispõem-se rochas sedimentares continentais terciárias, as quais se sobrepõe o depósito com mineralização cuproaurífera, e que tem idade pleistocênica. Os níveis mineralizados constituem um horizonte bastante constante e estão acompanhados por bancos irregulares e descontínuos de conglomerado médio a fino. A mineralização dos conglomerados é muito irregular, e está formada em superfície por

crisocola, algo de malaquita, cuprita y chispas de cobre nativo; también se asocian calcosina, tenorita, azurita y escaso oro en láminas y chispas. Se considera que el cobre se vincula con fuentes termales distales, en tanto que el oro constituye parte de un paleoplacer de ríos anastomosados (Zappettini y Segal, 1999).

PROVINCIA CORDILLERA ORIENTAL

La provincia morfoestructural Cordillera Oriental abarca en Argentina las provincias geológicas Cordillera Oriental y Sierras Subandinas. La Cordillera Oriental está compuesta (Ramos, 1999) por un zócalo de sedimentitas levemente metamorizadas de edad proterozoica. Una serie de batolitos graníticos del Proterozoico superior se emplaza en esta unidad. En discordancia angular se depositan sedimentitas clásticas de plataforma del Cámbrico y Ordovícico inferior a medio. En suave discordancia angular se hallan depósitos marinos silúricos y devónicos. Sobre las rocas paleozoicas y proterozoicas luego se depositan en discordancia sedimentos continentales de edad comprendida entre el Cretácico y el Eoceno. La estructura de la provincia se caracteriza por el desarrollo de grandes láminas de corrimiento.

El sustrato de la provincia geológica Sierras Subandinas (Ramos, 1999) está constituido por escasos depósitos proterozoicos y ordovícicos y por depósitos silúrico-devónicos marinos deltaicos de más amplia distribución. La secuencia sigue con sedimentitas neopaleozoicas. Depósitos sinorogénicos fluviales y de bajada proximal, de edad miocena inferior a superior y pliocena hasta cuaternaria inclusive, se apoyan en discordancia sobre las sedimentitas neopaleozoicas. La estructura consiste en una faja plegada y corrida.

En Bolivia la provincia morfoestructural Cordillera Oriental incluye las provincias geológicas Cordillera Oriental y Faja Subandina. La Cordillera Oriental de Bolivia se inicia en el noroeste, como prolongación de la misma cadena en el Perú y continúa hacia el sur, ingresando en territorio argentino.

crisocola, alguma malaquita, cuprita e pintas de cobre nativo; associam-se também calcosita, tenorita, azurita, e raro ouro em lâminas e pintas. Considera-se que o cobre está ligado a fontes termais distais, enquanto o ouro constitui parte de um *paleoplacer* de rios anastomosados (Zappettini e Segal, 1999).

PROVÍNCIA CORDILHEIRA ORIENTAL

A província morfoestructural Cordillera Oriental abrange na Argentina, as províncias geológicas Cordillera Oriental e Sierras Subandinas. A primeira, é composta (Ramos, 1999) por um embasamento de rochas sedimentares levemente metamorizadas de idade proterozóica. Uma série de batólitos graníticos do Proterozóico Superior se aloja nessas rochas. Em discordância angular depositam-se rochas sedimentares clásticas de plataforma do Cambriano e Ordoviciano Inferior a Médio. Em suave discordância angular se acham depósitos marinhos silurianos e devonianos. Sobre as rochas paleozóicas e proterozóicas depositam-se em discordância, rochas sedimentares continentais de idades compreendidas entre o Cretáceo e o Eoceno. A estrutura da província caracteriza-se pelo desenvolvimento de grandes lâminas de empurrão.

O substrato da província geológica Sierras Subandinas (Ramos, 1999) é constituído por escassos depósitos proterozóicos e ordovicianos e por depósitos silúrico-devonianos marinhos deltaicos de mais ampla distribuição (Ramos, 1999). A sequência compõe-se de rochas sedimentares neopaleozóicas. Depósitos sinorogénicos fluviais e de encosta proximal, de idade miocênica inferior a superior e pliocênica até quaternária inclusive, apoiam-se em discordância sobre as rochas sedimentares neopaleozóicas. A estrutura consiste numa faixa dobrada e empurrada.

Na Bolívia, a província morfoestructural Cordillera Oriental inclui as províncias geológicas Cordillera Oriental e Faixa Subandina. A Cordillera Oriental inicia-se a noroeste, com o prolongamento da mesma cadeia no Peru e continua para sul, ingressando em território argentino.

Tectónicamente la Cordillera Oriental puede dividirse en dos sectores, separados por un lineamiento profundo que posiblemente corresponde a una antigua paleo-sutura, reactivada continuamente (Martínez, com. pers.). El sector occidental a este lineamiento corresponde a la "Faja Plegada y Corrida de Huarina" (Sempere et al., 1988).

Geológicamente, la Cordillera Oriental boliviana presenta rocas proterozoicas a recientes y secuencias marinas a continentales. Las facies son también variadas, mayormente clásticas, pero con desarrollo de plataformas carbonáticas en el Carbonífero superior y el Pérmico; volcánicas y volcanoclásticas en diferentes sistemas, pero preferentemente en el Cenozoico. Durante la mayor parte del Paleozoico inferior constituyó una cuenca intracratónica, somera a profunda, con algunas fases compresivas y distensivas, para luego conformar cuencas continentales de antepaís y trasarco, con importantes fases compresivas con un intenso magmatismo asociado.

Los sedimentos del Ciclo Tacsariano cubren la mayor extensión areal aflorante de la Cordillera Oriental, ocupando una posición longitudinal central, a modo de un gigante anticlinorio, en cuyos flancos o bordes occidental y oriental, se encuentran sedimentos de las cuencas de los ciclos Cordillerano y Subandino.

Los afloramientos del Ciclo Subandino ocupan una menor extensión areal en la Cordillera Oriental. El mayor desarrollo está localizado al oeste de la Cordillera Real. Fuera de esta comarca están restringidos al núcleo de algunos sinclinales. La mayor parte de las secuencias corresponden a sedimentos carbonáticos. Durante el Ciclo Andino, sobre el sustrato paleozoico previo se formaron alargadas y estrechas cuencas distensivas. La sedimentación varía desde marina hasta continental, se desarrolla una intensa actividad volcánica, y se formaron cuencas longitudinales meso-cenozoicas de trasarco y antepaís. A partir de los 26 Ma, principalmente por efecto de la acción de la Placa de Nazca, se inicia el acortamiento, plegamiento y corrimiento de la secuencia

Tectonicamente a Cordilheira Oriental boliviana divide-se em dois setores, separados por um lineamento profundo que, possivelmente, corresponde a uma antiga paleosutura, reativada continuamente (Martinez, com. pers.). O setor ocidental a este lineamento corresponde a "Faixa Dobrada e Empurrada de Huarina" (Sempere *et al.* 1988).

Geologicamente, a Cordilheira Oriental boliviana apresenta rochas proterozóicas a recentes, e seqüências marinhas a continentais. As fácies são também variadas, principalmente clásticas, porém com desenvolvimento de plataformas carbonáticas no Carbonífero Superior e no Permiano; vulcânicas e vulcanoclásticas ocorrem em diferentes sistemas, porém preferentemente no Cenozóico. Durante a maior parte do Paleozóico Inferior constituiu uma bacia intracratônica, rasa a profunda, com algumas fases compressivas e distensivas, para logo constituir bacias continentais de antepaís e de trás-de-arco, com importantes fases compressivas e intenso magmatismo associado.

Os sedimentos do Ciclo Tacsariano cobrem a maior extensão em área aflorante da Cordilheira Oriental, ocupando uma posição longitudinal central, na forma de um gigante anticlinório, em cujas bordas ocidental e oriental afloram sedimentos das bacias dos ciclos Cordilheirano e Subandino.

Os afloramentos do ciclo Subandino ocupam uma menor extensão em área na Cordilheira Oriental. O maior desenvolvimento está localizado a oeste da Cordilheira Real. Fora desta área, estão restritos aos núcleos de algumas sinclinais. A maior parte das seqüências corresponde a sedimentos carbonáticos. Durante o ciclo Andino, sobre este substrato paleozóico prévio formaram-se bacias distensivas estreitas e alargadas. A sedimentação varia desde marinha até continental e desenvolve-se uma intensa atividade vulcânica. Formaram-se bacias longitudinais mesocenozóicas de antepais e de trás-de-arco. A partir de 26 Ma, principalmente por efeito da ação da Placa de Nazca, inicia-se o encurtamento, dobramento e empurrão da seqüência fanerozóica, com a conseqüente formação de bacias interiores, onde se.

fanerozoica, así como la consecuente formación de cuencas interiores donde se produce la mayor actividad volcánica en los Andes.

En la Cordillera Oriental se encuentran los yacimientos más importantes y mundialmente conocidos que fueron sostén de la economía de Bolivia; entre ellos se pueden citar Cerro Rico de Potosí, Pulacayo, Tazna, Chocaya, Chorolque, Llallagua (Siglo XX), Huanuni, Bolsa Negra, Chojilla., y depósitos estratoligados formados en ambientes orogénicos como el de Colavi.

A continuación se hace una relación del potencial minero de esta provincia de norte a sur, desde los depósitos asociados a plutones félsicos hasta los asociados a series turbidíticas.

La Faja axial noroccidental de la Cordillera Oriental (Sn-W-[Pb-Sb-Ag-Au-Zn-Cu-Bi-Mo]) es un área prospectiva de magnitud sobresaliente, una de las mayores de Bolivia se desarrolla de NO a SE a lo largo de las altas “subcordilleras” del tramo axial noroeste de la Cordillera Oriental (cordilleras Apolobamba, Muñecas, Real, Tres Cruces y Santa Vera Cruz) y de la prolongación sureste de ellas (serranías de Amutara, Chicote-Kami, y otras) desde la frontera peruana hasta el lineamiento transversal de Tapacarí. Esta megafalla transcurrente sinistral separa el bloque septentrional de la Cordillera Oriental, fuertemente levantado por la orogénesis andina en el Neógeno y Pleistoceno y consecutivamente erosionado hasta un nivel plutónico (a criptoplutónico), del bloque central y meridional de la misma, menos solevantado y por consiguiente apenas denudado hasta el nivel (sub) volcánico al cual corresponden otras clases de yacimientos (polimetálicos “de tipo boliviano”, epitermales).

La yacimentología metálica endógena de esta región se vincula en su totalidad con una larga serie de plutones coaxiales de pórfidos granitoídicos epizonales expuestos en grado variable (batolitos y cúpulas de Sunchuli, Huato, Sorata, Yani-Zongo, Huayna Potosí-Chucura, Chacaltaya, Unduavi, Taquesi-Mururata, Chojilla, Illimani, Tres Cruces y Santa Vera Cruz)

produz a maior atividade vulcânica nos Andes

Na Cordilheira Oriental encontram-se os jazimentos mais importantes e mundialmente conhecidos, que foram o sustentáculo da economia boliviana; entre eles, Cerro Rico de Potosi, Pulacayo, Tazna, Chocaya, Chorolque, Llallagua (Século XX), Huanuni, Bolsa Negra, Chojilla, e depósitos *strata-bound* formados em ambientes orogênicos como o de Colavi.

Faz-se a seguir, uma relação do potencial mineiro desta província de norte a sul, desde os depósitos associados a plutões félsicos até aqueles associados a séries turbidíticas.

A Faixa axial noroeste da Cordilheira Oriental (Sn-W-[Pb-Sb-Ag-Au-Zn-Cu-Bi-Mo]) é uma área prospectiva de magnitude destacada, uma das maiores da Bolívia; desenvolve-se de NW a SE ao longo das “subcordilheiras” da parte axial noroeste da Cordilheira Oriental (cordilheiras Apolobamba, Muñecas, Real, Tres Cruces e Santa Vera Cruz) e o seu prolongamento sudeste (serranias de Amutara, Chicote-Kami e outras), desde a fronteira peruana até o lineamento transversal de Tapacarí. Esta megafalla transcurrente sinistral, separa o bloco norte da Cordilheira Oriental, fortemente levantado pela orogénesis Andina no Neógeno e Pleistoceno e, posteriormente, erodido até o nível plutônico (criptoplutônico), dos blocos central e meridional. Esses últimos são menos soerguidos e, por conseguinte, apenas desnudados até nível (sub) vulcânico, ao qual correspondem outras classes de jazimentos (polimetálicos do “tipo boliviano”, epitermais).

A gitologia metálica endógena desta região está relacionada, em sua totalidade, com uma série de plutões coaxiais de granitóides pórfiros epizonais, expostos em grau variável (batólitos e cúpulas de Sunchuli, Huato, Sorata, Yani-Zongo, Huayna-Potosi-Chucura, Chacaltaya, Unduavi, Taquesi-Mururata, Chojilla, Illimani, Tres Cruces e Santa Vera Cruz),

salvo en los extremos NO (Apolobamba) y SE (Amutara, Chicote-Kami, y otros) del cinturón donde su presencia subsuperficial está tan sólo atestiguada por afloramientos de hornfels turmalinizados, de diques y sills cuarzoporfídicos y/o de vetas de alta temperatura. Aunque dichos granitoides se originaron casi todos en dos épocas bien distintas y geotectónicamente contrastadas los del noroeste y centro durante el Triásico superior-Jurásico inferior que fue un período de distensión generalizada y aquellos del sudeste durante el Oligoceno superior que vió el establecimiento de un régimen marcadamente compresivo en los Andes Orientales, su litología (granítica, granodiorítica, tonalítica, cuarzomonzonítica, etc.), quimismo (calco-alcalino muy potásico y peraluminoso), afinidades petrológicas (con el magmatismo anatóctico de tipo S) y metalogenia resultan sorprendentemente análogos. Los depósitos metalíferos asociados a unos y otros varían más bien en función de la distancia vertical o lateral al foco intrusivo, con la tradicional zonación térmica Mo-W-Au-Bi-Sn-Cu-Zn-Pb-Ag-Sb-Au (de ordinario parcialmente desplegada); también varían por la ubicación en el flanco occidental u oriental de la Cordillera, con un neto predominio de vetas estañíferas discordantes en los sedimentos esencialmente siluro-devónicos de la vertiente altiplánica y de cuerpos wolframíferos o auríferos concordantes ("mantos" filonianos, saddle reefs, lentes) en los terrenos ordovícicos más profundos, plegados y metamorfizados de la vertiente amazónica. En el caso específico del oro, la asociación preferente con las psamo-pelitas ordovícicas del faldeo E puede atribuirse a la removilización termometamórfica y reprecipitación relativamente proximal del metal preconcentrado en horizontes sedimentario-exhalativos caradocianos comparables a aquellos identificados por Tistl (1990) y Schneider (1990) en el distrito Yani-Aucapata así como por Fornari y Bonnemaïson (1984) en el Ananea perteneciente al segmento central peruano-boliviano de la Cordillera de Carabaya prioritariamente prospectables por depósitos estratiformes de oro volcano-sedimentario.

exceto nos extremos NW (Apolobamba) e SE (Amutara, Chicote-Kami e outros) do cinturão, onde sua presença superficial só é atestada por afloramentos de *hornfels* turmalinizados, de diques e *sills* de quartzo-pórfiros e/ou de veios de alta temperatura. Embora tais granitos tenham se originado em duas épocas bem distintas e geotectonicamente contrastantes, aqueles de noroeste e centro durante o Triássico Superior-Jurássico Inferior (que foi o período de distensão generalizada) e os de sudeste durante o Oligoceno Superior (como estabelecimento de um regime marcadamente compressivo nos Andes Orientais), a litologia (granítica, granodiorítica, tonalítica, quartzodiorítica, etc), quimismo (calcoalcalino potássico e peraluminoso), afinidades petrológicas (com o magmatismo de anatexia do tipo S) e metalogenia, resultam surpreendentemente semelhantes. Os depósitos metalíferos associados a uns ou outros variam mais com a distância vertical ou lateral ao foco intrusivo, segundo a tradicional zona térmica Mo-W-Au-Bi-Sn-Cu-Zn-Pb-Ag-Sb-Au (em geral, parcialmente desenvolvida); também variam pela localização no flanco ocidental ou oriental da Cordilheira, com um nítido predomínio dos veios estaníferos discordantes nos sedimentos silúrico-devonianos da vertente altiplânica e de corpos wolframíticos ou auríferos concordantes ("mantos" filonianos, *saddle reefs*, lentes) nos terrenos ordovicianos mais profundos, dobrados e metamorfizados da vertente amazônica. No caso específico do ouro, a associação preferencial com os psamo-pelitos ordovicianos do flanco leste, pode ser atribuído a remobilização termometamórfica e reprecipitação proximal do metal pré-concentrado em horizontes sedimentares exalativos caradocianos, comparáveis àqueles identificados por Tistl (1990) e Schneider (1990) no distrito Yani-Aucapata, bem como Fornari e Bonnemaïson (1984) em Ananea, pertencente ao segmento central peruano-boliviano da Cordilheira de Carabaya, prioritariamente prospectáveis para depósitos estratiformes de ouro vulcano-sedimentar.

Entre las alteraciones hipógenas, aparte de la greisenización propia de los ápex plutónicos tungstíferos y/o estañíferos (mina Chojilla), se encuentra comúnmente turmalinización junto al wolfram y localmente al estaño, cloritización con este último y silicificación con todos los metales incluyendo los de base y preciosos.

Los yacimientos se presentan en forma de filones, stockworks, lentes o saddle reefs vinculados a fallas distensivas transversales, a zonas diagonales de cizallamiento dúctil, a charnelas anticlinales falladas o a la fracturación tensional de los techos intrusivos, y emplazados ya sea encima de cúpulas graníticas subaflorescentes (especialmente tratándose de los numerosos yacimientos criptoplutónicos de wolfram: Chambillaya, Amutara, Chicote y Kami), en la periferia más o menos proximal de los batólitos, en su endocontacto o rara vez dentro de su cuerpo mismo tardíamente enfriado y mineralizado.

Debido a la profusión de sus vetas formales de diversos metales, la faja axial NO de la Cordillera Oriental fue, hasta hace poco, uno de los bastiones de la minería subterránea tradicional en Bolivia. La potenciaron y afamaron sus minas de tungsteno, las más ricas del país (empezando por Chojilla, Bolsa Negra, Chambillaya, Kami, Viloco, Chicote y Pacuni cuyos recursos primitivos alcanzaron en conjunto unas 150.000 t W), y de estaño (Viloco, Caracoles, distrito Milluni-Huallatani-La Unión, Laramcota-Chojñacota, Sayaquira, etc.), así como algunas de oro (distritos Yani, Rosario de Araca, y otros) y de plomo argentífero con cinc accesorio (Cascabel y La Serena), a las que se sumaban yacimientos menores de antimonio (distrito Palca, Charazani, y otros), bismuto, cobre y otros elementos.

Además, de estas mineralizaciones primarias derivaron una variedad de concentraciones detríticas (coluviales, morrénicas, fluvio-glaciares y fluviales), algunas considerables, de wolframio (por ejemplo Tamiñani, con sus 27.000 t originales de metal), estaño (Guemul, Viloco, y otros) y oro (distritos Yani, Lambate, y otros).

Entre as alterações hipógenas, com exceção da greisenização própria das cúpulas plutônicas tungstíferas e ou estaníferas (mina Chojilla), encontra-se comumente turmalinização junto ao tungstênio e localmente estanho, cloritização com este último, e silicificação com todos os metais incluindo os metais básicos e preciosos.

Os jazimentos apresentam-se na forma de filões, *stockworks*, lentes ou *saddle reefs* relacionados a falhas distensivas transversais, a zonas diagonais de cisalhamento dúctil, a charneiras de anticlinal falhadas ou ao fraturamento tensional dos tetos intrusivos, cujo emplaçamento se dá sobre as cúpulas graníticas subaflorescentes (especialmente tratando-se dos numerosos jazimentos criptoplutônicos de tungstênio: Chambillaya, Amutara, Chicote e Kami), na periferia mais ou menos proximal dos batólitos, em seu endocontacto ou, raras vezes, dentro do corpo em si, tardamente resfriado e mineralizado.

Devido à profusão de veios de diversos metais, a faixa axial NW da Cordilheira Oriental foi, até pouco, um dos bastiões da mineração subterránea tradicional na Bolívia. O potencial tornou famoso as suas minas de tungstênio, as mais ricas do país (começando por Chojilla, Bolsa Negra, Chambillaya, Kami, Viloco, Chicote, e Pacuni, cujos recursos primitivos alcançaram cerca de 150.000 t W), e de estanho (Viloco, Caracoles, distrito Milluni-Huallatani-La Unión, Laramcota-Chojñacota, Sayaquira, etc), assim como algumas de ouro (Cascabel, e La Serena), a que se somavam jazimentos menores de antimonio (distrito Palca, Charazani e outros), bismuto, cobre e outros elementos.

Além disso, dessas mineralizações primárias derivaram uma variedade de concentrações detríticas (coluviais, morrênicas, fluvio-glaciares e fluviais), algumas consideráveis, como as de tungstênio (por exemplo, Tamiñani, com seus 27.000 t originais do metal), estanho (Guemul, Viloco e outros) e ouro (distritos Yani, Lambate, etc).

Varias de sus estructuras plumbo-argento-cincíferas de gran magnitud (Cordillera de Muñecas, Colquecahua, Sudamérica, etc.) están demostrando su viabilidad económica. Existen innumerables (y a menudo muy ricos: Inglés Cucho en las faldas del Illimani) haces de vetas, shear zones, stockworks y “mantos” que estas cordilleras encierran, con oro como objetivo principal (Rosario de Araca, Lipichi, Andrés Felipe, San Jorge, etc.). Este extenso cinturón polimetálico sigue siendo un área prospectiva promisoría para la industria minera (Riera, Tröeng, Díaz y Jurado [eds.], en prensa; Tröeng y Riera [eds.] 1997; GEOBOL-PNUD 1980; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Heuschmidt y Miranda 1995; Heuschmidt 1979).

La Faja Subandina de Bolivia constituye un complejo sistema de serranías longitudinales estrechas, separadas por amplios valles sinclinales., constituye el borde oriental de la Cordillera de los Andes y atraviesa todo el territorio boliviano, desde la frontera con el Perú hasta el límite con la República Argentina. La Faja corresponde a una compleja faja plegada y corrida.

A lo largo de las Sierras Subandinas se reconocen dos regiones: norte y sur, limitadas por el Río Chapare (17° S), lugar de la inflexión de la Cordillera de los Andes.

El estilo estructural, según Baby et al. (1994, 1995), cambia de una zona a otra. Los principales rasgos de estos sectores, según trabajos de Baby y colaboradores del Convenio YPFB-ORSTOM en el faja Subandino Norte corresponden a una faja plegada con corrimientos amplios, con gran desarrollo de rocas permocarboníferas calcáreas, marinas, muy fosilíferas, generadoras de hidrocarburos carece de actividad volcánica distensiva en el Jurásico. El faja Subandino Sur es una faja plegada con corrimientos más estrechos que la Subandina Norte. Las secuencias sedimentarias marinas paleozoicas, , son lugares de continua subsidencia. Tiene un importante volcanismo distensivo durante el Jurásico.

Várias de suas estruturas plumbo-argento-zincíferas de grande magnitude (Cordilheira de Muñecas, Colquecahua, Sudamérica, etc) estão demonstrando sua viabilidade. Existem inumeráveis (e, em geral, muito ricos: Inglês Cucho nas encostas do Illimani), sistemas de veios, *shear zones*, *stockworks* e “mantos” que estas cordilheiras encerram, com ouro como objetivo principal (Rosario de Araca, Lipichi, Andrés Felipe, San Jorge, etc). Este extenso cinturão polimetálico segue sendo uma área prospectiva promissora para a indústria mineira. (Riera et al. *no prelo*); Tröeng e Riera, 1997; GEOBOL-PNUD, 1980; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Heuschmidt e Miranda, 1995; Heuschmidt, 1979).

A Faixa Subandina da Bolívia constitui um sistema de serranias longitudinais estreitas, separadas por amplos vales sinclinais, constituindo a borda oriental da Cordilheira dos Andes. Atravessa todo o território boliviano, desde a fronteira com o Peru, até o limite com a República da Argentina. Corresponde a uma complexa faixa dobrada e empurrada

Ao longo das serras subandinas reconhecem-se duas regiões: norte e sul, limitadas pelo rio Chapare (17°S), lugar de inflexão da Cordilheira dos Andes.

O estilo estrutural, segundo Baby et al. (1994, 1995), muda de uma zona a outra. Os principais traços desses setores, segundo os trabalhos da YPFB-ORSTOM, correspondem a uma faixa dobrada com empurrões amplos, com grande desenvolvimento de rochas permocarboníferas calcárias, marinhas, muito fosilíferas, geradoras de hidrocarbonetos, carecendo de atividade vulcânica distensiva no Jurássico. A Faixa Subandina Sul é uma faixa dobrada com empurrões mais estreitos da que a Subandina Norte. As seqüências sedimentares marinhas paleozóicas são lugares de contínua subsidência. Tem um importante vulcanismo distensivo durante o Jurássico.

Esta unidad morfoestructural constituye una región promisoría para albergar depósitos de hidrocarburos y además presenta un ambiente geológico apropiado para hospedar depósitos de Zn-Pb del tipo Mississippi Valley (MVT); se detectaron esas ocurrencias en rocas permotriásicas calcáreas marinas en el sector Subandino Sur.

En Argentina, durante el Cámbrico inferior (Zappettini, 1999), y previo a la acreción de los terrenos Pampia y Antofalla-Arequipa, se desarrolló un magmatismo de arco en el flanco occidental de Pampia, representado por los plutones Cañani y La Quesera, que dió lugar en el extremo norte de Pampia al emplazamiento de vetas de cobre epibatolíticas (distrito Las Cuevas, Salta).

En Argentina, durante el Paleozoico inferior el terreno Antofalla-Arequipa se separó de Pampia mediante un proceso de riftogénesis con atenuamiento cortical, originándose una cuenca marginal (39); la sutura se restableció con la orogenia oclóyica. En esa cuenca se formaron, en relación con una paleogeografía favorable, depósitos sedimentario-exhalativos de Pb-Zn-Ag (El Aguilar, Jujuy), y hacia el este mineralizaciones mantiformes y vetiformes de baritina (Mono Abra, Salta).

Relacionada con los episodios famatinianos (Zappettini, 1999), con el levantamiento de la Protopuna se desarrolló una cuenca de retroarco, secuencia sedimentaria en la que se formaron niveles ricos en Fe. Como ejemplos de depósitos de hierro se mencionan el distrito Zapla, en Jujuy, con reservas de 150 Mt y ley de 41,5% Fe; en el Sistema de Santa Bárbara se halla Unchimé, en Salta (Boso y Monaldi, 1999), con 270 Mt de reservas medidas+inferidas+indicadas, y ley media de 32,2 a 40,9% Fe. En sedimentitas de la Cuenca Carbonífera en la sierra de Aguaragüe (Argentina) se encuentra uno de los yacimientos de petróleo más importantes (Campo Durán, Salta).

Esta unidade morfoestructural constitui uma região promissora para conter depósitos de hidrocarbonetos e, além disso, apresenta um ambiente geológico apropriado para hospedar depósitos de Zn-Pb do tipo Mississippi Valley (MVT); detectaram-se essas ocorrências em rochas permotriássicas calcárias marinhas no setor Subandino Sul.

Na Argentina, durante o Cambriano Inferior (Zappettini, 1999) e antes da acreção dos terrenos Pampia e Antofalla-Arequipa), desenvolveu-se um magmatismo de arco no flanco ocidental de Pampia, representado pelos plutões Cañani e La Quesera, que deu lugar no extremo norte de Pampia ao emplacamento e veios de cobre epibatolíticos (distrito Las Cuevas, Salta).

Durante o Paleozóico Inferior o terreno Antofalla-Arequipa separou-se da Pampia através de um processo de tafrogênese com atenuação cortical, dando origem a uma bacia marginal (Zappettini, 1999); a sutura se restabeleceu com a orogenia oclóica. Nesta bacia formaram-se, de acordo com a paleogeografia favorável, desde depósitos sedimentar-exalativos de Pb-Zn-Ag (El Aguilar, Jujuy) até a leste, mineralizações "mantiformes" e vetiformes de baritina (Mono Abra, Salta).

Relacionados aos episódios famatinianos (Zappettini, 1999), com o levantamento da Protopuna, desenvolveu-se uma bacia de retroarco, com seqüência sedimentar em que se formaram nívei ricos em Fe. Como exemplos de depósitos de Fe menciona-se o distrito Zapla em Jujuy, com reservas de 150 Mt e teor de 41,5% Fe; no Sistema de Santa Bárbara, o exemplo é Unchimé em Salta (Boso e Monaldi, 1999), com 270 Mt de reservas medidas+inferidas+ indicadas e teor médio de 32,2 a 40,9% Fe. Nas rochas sedimentares da Bacia Carbonífera na serra de Aguarague (Argentina), encontra-se um dos jazimentos de petróleo mais importantes (Campo Durán, Salta).

En Bolivia se destacan la cuenca Cuevo, las áreas de los distritos Chorolque, Tazna, Huanuni y Amayapampa-Capacirca, y las áreas Caracota y Faja de Chruquini.

La Cuenca Cuevo (Pb-Zn) (Bolivia) es una vasta cuenca permo-jurásica (según YPFB 1996) fuertemente remodelada por las fases neógenas de la orogénesis andina I. Debido a su deformación, aflora en una sucesión transversal de delgadas franjas paralelas de sedimentos predominantemente psamo-pelíticos de las Formaciones Cangapi, Vitiacua e Ipaguazú que, en conjunto, componen el Grupo Cuevo. Estas fajas son consideradas áreas prospectivas para yacimientos de tipo Mississippi Valley aquellas correspondientes a la Formación Vitiacua, de composición carbonática y edad (permo-) triásica. Las condiciones geotectónicas, sedimentológicas y geoquímicas en las cuales se depositó la secuencia Vitiacua parecen propicias, en particular en el contexto metalogénico sudamericano, para la concentración de mineralizaciones del tipo MTV; estas condiciones son: a) la transgresión triásica a lo largo de una plataforma intracratónica (la cuenca Cuevo) aparentemente aulacogénica, b) sobre esta plataforma epicontinental de paleorrelieve muy irregular, acumulación bajo un clima tropical de sedimentos peritidales más o menos carbonatados (calizas, calcarenitas, margas, dolomias, argilitas, y otras), ricos en cherts y localmente en estructuras biogénicas (sobre todo algales), singenéticamente karstificados y brechificados, y luego diagenéticamente silicificados (YPFB, informes inéditos); c) aporte a esta cuenca semiconfinada de Zn-Pb e hidrocarburos reductores (la región constituye el mayor campo petrolífero de Bolivia) provenientes de la erosión de los terrenos ordovícicos y devónicos, respectivamente preenriquecidos en metales de base sedex y en materia orgánica, del orógeno paleozoico de la Cordillera Oriental.

A este cuadro geológico favorable se suman ciertos resultados alentadores de muestreo geoquímico informativo con tenores de metales de base y de plata anómalos y correlacionados con altos porcentajes locales de magnesio (¿dolomitización secundaria?).

Na Bolívia, destaca-se a bacia Cuevo, as áreas dos distritos Chorolque, Tazna, Huanuni e Amayapampa-Capacirca, e as áreas Caracota e Faixa Chruquini.

A bacia Cuevo (Pb-Zn) é uma vasta bacia permo-jurássica fortemente remodelada pelas fases neógenas da orogênesis andina. Devido a sua deformação, aflora uma sucessão transversal de delgadas franjas paralelas de sedimentos predominantemente psamo-pelíticos das formações Cangapi, Vitiacua e Ipaguazú quem em conjunto, compõem o Grupo Cuevo. Estas faixas são consideradas áreas prospectivas para jazimentos do tipo Mississippi Valley, principalmente àquelas correspondentes a Formação Vitiacua, de composição carbonática idade (permo-)triássica. As condições geotectônicas, sedimentológicas e geoquímicas nas quais depositou-se a seqüência Vitiacua parecem propícias, em particular no contexto metalogênico sulamericano, para concentrações de mineralizações do tipo Mississippi Valley (MVT). Estas condições são: a) a transgressão triássica ao longo de uma plataforma intracratônica (a bacia Cuevo) aparentemente aulacogênica; b) sobre esta plataforma epicontinental de paleorelevo muito irregular, acumulação sob um clima tropical de sedimentos de planície de maré mais ou menos carbonáticos (calcários, calcarenitos, margas, dolomitas, argilitos e outras), ricos em *chert* e, localmente, em estruturas biogênicas (sobretudo algais), singeneticamente karstificados e brechados, e depois, diageneticamente silicificados; c) aporte a esta bacia semiconfinada de Zn-Pb e hidrocarbonetos reductores (a região constitui o maior campo petrolífero da Bolívia), provenientes da erosão dos terrenos ordovicianos e devonianos, respectivamente enriquecidos em metais básicos (sedex) e em matéria orgânica, do orógeno paleozóico da Cordilheira Oriental.

A esse quadro favorável somam-se certos resultados alentadores de amostragem geoquímica informativa, com teores de metais básicos e de prata anômalos e correlacionados com altas percentagens locais de magnésio (dolomitização secundária?).

Mayor aún es el interés prospectivo del área si se la considera en el marco internacional de la Faja Subandina tomada en su conjunto, puesto que, fuera de Bolivia, en el transcurso de los últimos decenios una serie de descubrimientos significativos de menas MVT han tenido lugar en formaciones calcáreo–dolomíticas peritidales de edad mesozoica expuestas a lo largo de la mencionada faja desde Colombia hasta Argentina (Fontboté y Gorzawski 1990, Sureda et al. 1986). Varios de esos yacimientos han resultado ser incluso de tamaño apreciable, especialmente aquellos plumbo–cincíferos de la extensa cuenca triásico–jurásica Pucará de los Andes centrales y septentrionales del Perú, tal como San Vicente (la mina de cinc más productiva de ese país, con un potencial original superior a 15 Mt con 12% Zn y 1% Pb), Shalipayco y el prospecto Bongará. Tal contexto metalogénico vuelve más sugestiva la puesta de manifiesto en la cuenca Cuevo de ambientes geológicos bastante análogos a aquellos de las cuencas subandinas mesozoicas del noroeste peruano y del noroeste argentino, sin referirse siquiera a las similitudes con otras provincias MVT clásicas del mundo.

En el sur del territorio boliviano, el distrito Chorolque, Sn- (W-Bi-Au-Pb-Au-Cu), se emplaza en una zona estañífera que se ubica sobre el mismo eje tectono-magmático NO-SE que los distritos noroccidentales de Tazna y Ubina; está dotado como éstos de un sustrato de lutitas y areniscas ordovícicas fuertemente plegado y fallado diagonalmente e intruido por cuerpos subvolcánicos félsicos expuestos (sección central del distrito de Chorolque) o no (secciones apicales marginales de Virgen de Choroma-Americana [W] al E y Chorolque Viejo [Sn-Ag-Pb-Zn] al SE). El distrito está centrado en una chimenea de brecha ígnea (de pórfido dacítico ?) penetrativamente turmalinizada y silicificada y mineralizada en Sn-(W-Au) bajo la forma de vetas subparalelas, stockworks y disseminaciones de minerales de temperatura hasta más de 500°C. Esta breccia pipe, emplazada en el cruce del eje metalotecto NO-SE con un corredor de fallamiento transversal OSO-ENE a O-E y rodeada de flujos piroclásticos y lávicos y diques cogenéticos de composición intermedia a ácida y de edad mesomiocena, se halla

Maior ainda é o interesse da área se considerado o marco internacional da Faixa Subandina tomada em seu conjunto, posto que, fora a Bolívia, no transcurso dos últimos decênios uma série de descobrimientos significativos de corpos mineralizados MVT foram feitos em formações calcáreo-dolomíticas de planície de maré de idade mesozóica, expostas ao longo da mencionada faixa desde a Colombia até a Argentina (Fonboté e Gorzawski, 1990; Sureda *et al.* 1986). Vários desses jazimentos resultaram serem, inclusive, de tamanho apreciável, especialmente aqueles plumbo-zincíferos da extensa bacia triássico-jurássica Pucará dos Andes centrais e setentrionais do Peru, tal como San Vicente (a mina de zinco mais produtiva desse país, com um potencial original superior a 15 Mt com 12% Zn e 1% Pb), Shalipayco e o prospecto de Bongará. Tal contexto metalogênico torna-se mais sugestivo para a descoberta na bacia Cuevo de ambientes geológicos bastante análogos aqueles das bacias subandinas mesozóicas do noroeste peruano e do noroeste argentino, sem considerar sequer a semelhança com outras províncias MVT clássicas do mundo.

No sul do território boliviano, o distrito Chorolque Sn-(W-Bi-Au-Pb-Au-Cu), situa-se numa zona estanífera sobre o mesmo eixo tectônico-magmático dos distritos de noroeste de Tazna e Ubina. É constituído como estes, de um substrato de lutitos e arenitos ordovicianos fortemente dobrados e falhados diagonalmente, e intrudidos por corpos subvulcânicos félsicos expostos (seção central do distrito de Chorolque) ou não (seções apicais marginais de Virgen de Chorona-Americana [W] a leste, e Chorolque Viejo [Sn-Ag-Pb-Zn] a sudeste). O distrito está centrado numa chaminé de brecha ígnea (de dacito pórfiro?) penetrativamente turmalinizada, silicificada e mineralizada em Sn-(W-Au) sob a forma de veios subparalelos, *stockworks* e disseminações de minerais de temperatura até mais de 500°C. Este *breccia pipe* se aloja no cruzamento do eixo metalotecto NW-SE com um sistema de falhamento transversal WSW-ENE a E-W, sendo rodeado por fluxos piroclásticos e lávicos e diques cogenéticos de composição intermediária a ácida de idade mesomiocênica.

flanqueada al oeste por filones proximales de Sn-Ag en rocas sericitizadas y distales (sección Espíritu Santo) de Bi-(Cu-Au) acompañados también de alteración fílica y, eventualmente, de vetillas e interesantes impregnaciones cupro-auríferas de baja ley y luego de Ag-(Zn-Pb) con salbandas silicificadas en tobas levemente propilitizadas; todas estas vetas, igual que aquellas de la chimenea, rellenan estructuras distensivas del haz de fallas transversales "cruceiras". El potencial original de estaño excedió las 100.000 toneladas.

El distrito Tazna (Bi-[Sn-W-Cu-Au]) (Bolivia) está ubicado en el sur de la Cordillera Oriental; constituye terrenos psamo-pelítico ordovícico que deforman (y, en lugares, delimitan) un gran número de pliegues estrechos y de fallas compresivas además de cizallas y de fracturas tensionales.

Sobre una serie de estructuras longitudinales (NO-SE) de su porción suroccidental, se encuentran emplazados a profundidad variable intrusivos subvolcánicos sincinemáticos localmente reflejados en afloramiento por hornfels y/o haces de diques y "plugs" de pórfidos cuarcíferos alterados del Mioceno medio, así como todo un cortejo de mineralizaciones vetiformes (filones generalmente SO-NE y stockworks) apicales o periféricas que forman la mayor parte del distrito polimetálico Tazna. El yacimiento Tazna se localiza en el techo abombado, muy fracturado y termometamorfizado de la intrusión central de este sector, techo en el cual su mineralización fisural irregular se distribuye en típicas aureolas concéntricas de alta a baja temperatura sucesivamente enriquecidas en W-(Cu-Au) (con turmalinización, silicificación y, según Pinto [1990], alteración potásica), Bi-(Cu-Au) (con alteración fílica y turmalinización + silicificación subordinadas), Sn (con alteración fílica y cloritización difusa), Pb-Zn-Ag (con silicificación y argilitización) y Sb.

Tazna fue en el pasado la mina de bismuto más rica del mundo con un recurso inicialmente superior a 50.000 t de metal.

Ele é flanqueado a oeste por filões proximais de Sn-Ag em rochas sericitizadas e distais (Seção Espírito Santo) de Bi-(Cu-Au) acompanhado também de alteração fílica e, eventualmente, de vênulas e interessantes impregnações cupro-auríferas de baixo teor de Ag-(Zn-Pb) em tufo levemente propilitizados; todos esses veios, assim como aqueles da chaminé, preenchem estruturas distensivas do feixe de falhas transversais "cruceiras". O potencial original de estanho excedeu as 100.000 toneladas.

O distrito de Tazna (Bi-[Sn-W-Cu-Au]) na Bolívia, está localizado no sul da Cordilheira Oriental. É constituído por terrenos psamo-pelíticos ordovicianos que deformam (e, em alguns locais, delimitam) um grande número de dobras estreitas e de falhas compressivas, além de cizalhas e fraturas tensionais.

Sobre uma série de estruturas longitudinais (NW-SE) de sua porção sudoeste, encontram-se emplaçados, em profundidades variáveis, intrusivos subvolcânicos sincinemáticos, localmente refletidos em afloramento por *hornfels* ou feixe de diques de diques e *plugs* de pórfiros de quartzo pórfiros alterados do Mioceno Médio, bem como todo um cortejo de mineralizações vetiformes (filões geralmente NE-SW e *stockworks*) apicais ou periféricos que formam a maior parte do distrito polimetálico Tazna. O jazimento de Tazna localiza-se no teto abombado, muito fraturado e termometamorfizado, da intrusão central deste setor. Neste teto, a mineralização fissural irregular distribui-se em típicas auréolas concêntricas de alta e baixa temperatura, sucessivamente enriquecidas em W-(Cu-Au) (com turmalinização, silicificação e, segundo Pinto [1990], alteração potássica), Bi-(Cu-Au) (com alteração fílica e turmalinização + silicificação subordinadas), Sn (com alteração fílica e cloritização difusa), Pb-Zn-Ag (com silicificação e argilização) e Sb.

Tazna foi, no passado, a mina de bismuto mais rica do mundo, com um recurso inicial superior a 50.000 t do metal.

El distrito Huanuni (Sn-[Pb-Ag-Zn]) (Bolivia) tiene dos partes. Al SE abarca una zona criptointrusiva ovalada cuyo sustrato cuarcítico (metalotecto de vetas reticuladas y stockworks) y lutítico silúrico está llamativamente deformado por pliegues volcados y por un enjambre complejo e irregular de fallas longitudinales de compresión, diagonales conjugadas de cizallamiento y transversales de extensión. Sumado a la existencia a poca profundidad de stocks subvolcánicos sincinemáticos como aquel inferido bajo el cerro Pozokoni de Huanuni, dentro del núcleo del anticlinal del mismo nombre, a la fracturación intrusiva del techo de dichos stocks y a la presencia de rocas cuarcíticas competentes, este tectonismo multidireccional es la guía exploratoria fundamental de la zona. Se le debe en especial la concentración filoniana excepcional de estaño (> 320.000 t Sn en un principio) y cinc en el subdistrito noroccidental de Huanuni, emplazado al techo y en el entorno proximal del intrusivo del cerro Pozokoni y correspondientemente caracterizado por una doble zonación lateral, a la vez metálica (Sn, Zn-Pb, Ag-Pb-Zn, Sb-W) y metasomática (turmalinización-silicificación-cloritización, argilitización-sericitización).

Al NO incluye la prolongación de la charnela del mencionado anticlinal de Huanuni, desprovista de mineralización económica visible, y considerada prospectiva el control estructural principal del yacimiento Huanuni y por la identificación (UNSF-DENAGEO 1965) al NO del cerro Pozokoni de una anomalía aeromagnética que podría provenir de una intrusión mineralizada no expuesta (Troëng y Riera [eds.], op. cit.; Ahlfeld y Schneider-Scherbina, op. cit.; Cabrera y Hoffner 1993).

Dentro del distrito Amayapampa-Capacirca (Au-Sb) (Bolivia) se debe mencionar la Franja Amayapampa-Tamburi (Au-Sb); es un segmento central auro-antimonífero de la faja axial del anticlinal regional Amayapampa-Pucro. La faja, que expone areniscas cuarcíticas, limolitas y lutitas ampelíticas del Ordovícico superior (Formación Amutara), está atravesada por un sinnúmero de fracturas longitudinales y, como en el caso precedente, de cizallas diagonales de todo tamaño entre las que

O distrito Huanuni (Sb-[Pb-Ag-Zn]) tem duas partes. A SE engloba uma zona cripto-intrusiva ovalada, cujo substrato quartzítico (metalotecto dos veios reticulados e *stockworks*) e lutítico siluriano, está fortemente deformado por dobras inclinadas e por um enxame complexo e irregular de falhas longitudinais de compressão, diagonais conjugadas de cisalhamento e transversais de extensão. Somada a existência de pouca profundidade dos *stocks* subvolcânicos, como aquele inferido abaixo do cerro Pozokoni de Huanuni, dentro do núcleo da anticlinal de mesmo nome, a fraturação intrusiva do teto desses *stocks*, e a presença de rochas quartzíticas competentes, este tectonismo multidireccional é um guia exploratório fundamental da zona. Deve-se a esse guia em especial, a concentração filoniana excepcional de estanho (>320.000 t Sn, em princípio) e zinco no subdistrito noroeste de Huanuni, alojado no teto e no em torno proximal da intrusiva do cerro Pozokoni, e correspondentemente caracterizado por dupla zonação lateral, desta vez, metálica (Sn, Zn-Pb, Ag-Pb-Zn, Sn-W) e metassomática (turmalinização-silicificação-cloritização-argilitização-sericitização).

A noroeste inclui o prolongamento da charneira da mencionada anticlinal de Huanuni, desprovida de mineralização visível, e considerada prospectiva pelo controle estrutural principal do jazimento Huanuni e pela identificação (UNSF-DENAGEO, 1965), a noroeste do cerro Pozokoni de uma anomalia magnética que poderia provir de uma intrusão mineralizada não exposta (Troëng e Riera (1997); Ahlfeld e Schneider-Scherbina ((1964); Cabrera e Hoffner, 1993).

Dentro do distrito Amayapampa-Capacirca (Au-Sb) na Bolívia, deve-se mencionar a Franja Amayapampa-Tamburi (Au-SB). É um segmento central auro-antimonífero da faixa axial da anticlinal regional Amayapampa-Pucro. A faixa, que expõe arenitos quartzíticos, siltitos e lutitos betuminosos do Ordoviciano Superior (Formação Amutara), está atravessada por um sem número de fraturas longitudinais e, como no caso precedente, de cisalhas diagonais de todo o tamanho, entre as quais

sobresalen aquellas pertenecientes a los corredores de desgarre Urmiri-Tacarani al sur y Chuquiuta-Catavi Kholu en el centro-norte.

Estrechamente ligada a este marco estructural predominantemente bidireccional, existe una serie de yacimientos de Au y/o Sb emplazados en zonas de fracturación intensa (haces de vetas y vetillas, stockworks y bolsones con salbandas sericitizadas, silicificadas y/o argilitizadas a menudo ricas en piritá aurífera diseminada) a lo largo de las porciones septentrional y central de esta franja metalífera. Más allá de la importancia de algunos de ellos como Cebadillas (Sb), Irpa Irpa (Au-Sb) y, sobre todo, Amayapampa es en realidad el conjunto del cinturón que, por la notable continuidad longitudinal de sus sistemas filonianos, amerita una exploración tridimensional sistemática (Tröeng y Riera [eds.], op. cit.; Heuschmidt y Miranda 1995; Broersma et al. 1963). Amayapampa es la principal mina de oro subterránea del país, con reservas de aproximadamente 10 Mt promediando 1,7 g/t Au.

Por otra parte, también se encuentra el área de Capacirca (Au-Sb), que es una faja axial localmente mineralizada del anticlinal regional homónimo, que resulta a la vez paralela y muy cercana a la anterior, y de características tanto geológicas como yacimentológicas sumamente parecidas, pero de menor relevancia económica aunque en su tramo central (de primera prioridad) ocurre el interesante campo filoniano de Capacirca (Tröeng y Riera [eds.], op. cit.; Heuschmidt y Miranda, op. cit.; Broersma et al., op. cit.).

En las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental (parte Central) se encuentra la Franja denominada San Bernardino (Au-[Sb]); aunque corta y delgada, esta franja de terrenos principalmente arenáceos del Ordovícico final a Silúrico inferior (diamictitas, limolitas, areniscas y escasas lutitas de las Formaciones Cancañiri y Llallagua) expuestos a lo largo de la charnela de un anticlinal alberga, cerca de su extremo N, el más rico de los campos filonianos auríferos asociados a series de turbiditas eopaleozoicas prospectados y evaluados en Bolivia en el transcurso de las últimas décadas: el que se centra en la antigua mina

se sobressaem àquelas pertencentes aos sistemas de transcorrência Urmiri-Tacarani ao sul e Chuquiuta-Catavi Kholu no centro-norte.

Estreitamente ligado a este marco estrutural predominantemente bidireccional, existe uma série de jazimentos de Au e ou Sb alojado em zonas de fraturamento intenso (feixe de veios e vênulas, *stockworks* e bolsões com as salbandas sericitizadas, silicificadas e argilificadas, em geral ricas em piritá aurífera disseminada) ao longo das porções setentrional e central desta franja metalífera. Mas, além da importância de alguns jazimentos, como Cebadillas (Sb), Irpa-Irpa (Au-Sb), Amaypampa é, sobretudo, o conjunto do cinturão, que, pela notável continuidade de seus sistemas filonianos merece uma exploração tridimensional sistemática (Tröeng e Riera 1997; Heuschmidt e Miranda, 1995; Broersma *et al.* 1963). Amaypampa é a principal mina de ouro subterránea do país, com reservas aproximadas de 10 Mt e teor médio de 1,7 g/t Au.

Por outro lado, também se encontra a área de Capacirca (Au-Sb), que é uma faixa axial localmente mineralizada da anticlinal regional homônima, que resulta, por sua vez, paralela e muito próxima da anterior, e de características tanto geológicas como geológicas sumamente parecidas, porém de menor relevância econômica, embora em sua parte central (de primeira prioridade) ocorra o interessante campo filoniano de Capacirca (Tröeng e Riera, 1997; Heuschmidt e Miranda, 1995; Broersma *et al.* 1963).

Nas encostas ocidentais da parte central da Cordilheira Oriental situa-se a Franja denominada San Bernardino (Au-[Sb]). Ainda que curta e estreita, esta franja de terrenos principalmente arenosos do Ordoviciano final ao Siluriano Inferior (diamictitos, siltitos, arenitos e escasos lutitos das formações Cancañiri e Llallagua), expostos ao longo da charneira de uma anticlinal, aloja, próximo ao seu extremo norte, o mais rico dos campos filonianos auríferos associados às séries turbidíticas eopaleozóicas, prospectadas e avaliadas na Bolívia no transcurso das últimas décadas. O campo localiza-se na antiga mina

de antimonio San Bernardino (proyecto Pederson).

Se trata de una combinación sintectónica compleja de vetas subconcordantes (“mantos”) o discordantes (“feeders”) con la estratificación, *saddle reefs*, *stockworks* e impregnaciones de pirita y arsenopirita auríferas en horizontes permeables. Tienen por rocas huésped psamitas isoclinalmente plegadas, multidireccionalmente, ocasionalmente brechificadas (en particular en los cruces de fallas que son aquí también sitios predilectos de concentración metálica) e irregularmente silicificadas o sericitizadas (sobre todo en las inmediaciones muy tectonizadas de los cuerpos mineralizados).

Si bien la franja desaparece poco al N de San Bernardino bajo la cuenca aluvial de la laguna Tacagua, se prolonga por varios kilómetros hacia el S tornándose exclusivamente aurífera pero sin mayores cambios estructurales ni litoestratigráficos, lo que deja abierta para el futuro la posibilidad de evidenciar reservas adicionales de oro (Arce 1999; Tröeng y Riera [eds.], op. cit.). En el proyecto Pederson han sido identificados recursos de 72 t de oro (51,6 Mt de mineral con una ley media de 1,4 g/t Au).

Entre los depósitos vetiformes asociados a series turbidíticas se pueden citar los yacimientos Caracota, Churquini y Chilcobija, entre otros.

El distrito Caracota (Sb-[Au-Pb]) (Bolivia) es una gran área prospectiva, la mayor y más importante del país para yacimientos vetiformes de Sb-Au asociados a series psamo-pelíticas eopaleozoicas, cubre un terreno ordovícico epimetamorfizado. Está caracterizada por toda clase de metalotectos tectónicos y guías geológicas de mineralización, ya sean comprobados o potenciales, cuya conjunción regional traduce una actividad geodinámica cenozoica (andina) particularmente intensa y prolongada. Entre ellos se citan las crestas anticlinales (Caracota–Jirapalca, Mauretania–Sipitani, Reforma, San Benjamín, etc.), las fallas inversas y transpresivas longitudinales (Murmuntani y Oropeza sobre la falla Lamachi, Churata, Putuma, etc.),

de antimonio San Bernardino (Projeto Pederson).

Trata-se de uma combinação sintectônica complexa de veios subconcordantes (“mantos”) ou discordantes (“*feeders*”) com a estratificação, *saddle reefs*, *stockworks* e impregnações de pirita e arsenopirita em horizontes permeáveis. Têm por rochas hospedeiras, rochas psamíticas isoclinalmente dobradas, ocasionalmente brechadas (em particular nos cruzamentos de falhas, que são aqui também sítios prediletos de concentração metálica) e irregularmente silicificadas ou sericitizadas (sobretudo nas imediações muito tectonizadas dos corpos mineralizados).

Embora a franja desapareça pouco ao norte de San Bernardino abaixo da bacia fluvial da laguna Tacagua, ela se prolonga por vários quilômetros para sul, tornando-se exclusivamente aurífera, porém sem maiores mudanças estruturais nem litoestratigráficas, o que deixa aberta a possibilidade de evidenciar reservas adicionais de ouro (Arce, 1999; Tröeng e Riera, 1997). No projeto Pederson foram identificados recursos de 72 t de ouro (51,6 t de minério, com teor médio de 1,4 g/t Au).

Entre os depósitos vetiformes associados às séries turbidíticas pode-se citar Caracota, Churquini e Chilcobija, entre outros.

O distrito Caracota (Sb-[Au-Pb]) é uma grande área prospectiva, a maior e mais importante da Bolívia para jazimentos vetiformes de Sb-Au associados a séries psamo-pelíticas eopaleozóicas, e cobre um terreno ordoviciano epimetamorfizado. É caracterizado por toda a classe de metalotectos tectônicos e guías geológicas de mineralização, sejam comprovados ou potenciais, cuja conjunção regional traduz uma atividade geodinâmica cenozóica (andina) particularmente intensa e prolongada. Entre eles, citam-se as cristas anticlinalis (Caracota-Jirapalca, Mauretania-Sipitani, Reforma, San Benjamín, etc); as falhas inversas e transpressivas longitudinais (Murmuntani e Oropeza sobre a falha Lamachi, Churata, Putuma, etc);

las franjas de cizallamiento dúctil y fallas tensionales locales (“cruceiras”), de dirección diagonal o transversal a la de las estructuras compresivas longitudinales en cuya intersección forman con frecuencia ore shoots (distritos Caracota y Churata), los lineamientos igualmente oblicuos (como el de Toropalca–Tumusla), las zonas hidrotermal o supergénicamente alteradas y fuentes termales más o menos mineralizadas alimentadas por un hidrotermalismo póstumo (Jirapalca, Jupi Chaqui, y otros), unas y otras en general también asociadas a charnelas de anticlinales o a fallas inversas de cierto alcance, y los pequeños placeres torrenciales y fluviales modernos de oro aluvial proveniente de la erosión de vetas auro–antimoníferas aguas arriba (río Toropalca, distrito Mauretania-Sipitani, y otros).

Conforme a la repartición geográfica de los numerosos depósitos conocidos en la región, esta área puede subdividirse en una alternancia de subfaixas longitudinales. Entre las primeras, que albergan algunos de los mejores yacimientos antimoníferos de Bolivia, figuran de W a E aquellas de los distritos Dolores, Putuma y San Benjamín (Sb-[Pb]), Murmuntani–Oropeza (Sb), los distritos Mokhopata, Veta Punta, Caracota (que fue el más productivo del país, con recursos originales superiores a 50.000 t Sb) y Poconota (Sb-[Au]/Au–Sb/Sb) y los distritos Mauretania–Sipitani (con la mina Ichu Ruphasca) y Churata–Reforma (Sb-[Au-W]) (Tröng et al. [eds.], op. cit.; Riera, Díaz y Escóbar [eds.], en prensa; Riera, Tröng y Díaz [eds.], op. cit.; Ahlfeld y Schneider–Scherbina 1964; Barragán 1971; Broersma et al., op. cit.; Lehrberger 1992; Alcócer et al. 1993).

La Faja de Churquini (Sb-[Au]) (Bolivia), en la que se encuentra el depósito Churquini, forma una franja levemente arqueada de rumbo global NNO–SSE y de 31 km de longitud por 2 km de anchura media que se desarrolla en el Ordovícico a lo largo del eje de un anticlinal fallado. En su tramo N ocurren, dentro de esta charnela, los filones longitudinales en rosario, vetas “cruceiras” (que rellenan fallas tensionales transversales o cizallas conjugadas diagonales), stockworks y saddle reefs del gran yacimiento de antimonio Churquini, hasta ahora aislado, uno de los más ricos de

as faixas de cisalhamento dúctil e falhas tensionais locais (“cruceiras”), de direção diagonal ou transversal às estruturas compressivas longitudinais, em cuja interseção formam-se com freqüência ore shoots (distritos Caracota e Churata); os lineamentos igualmente oblíquos (como o de Toropalca-Tumusla); as zonas hidrotermais ou supergênicamente alteradas e fontes termais mais ou menos mineralizadas, alimentadas por um hidrotermalismo póstumo (Jirapalca, Jupi Chaqui, e outros); umas ou outras, em geral, também associadas a charneiras de anticlinalis ou a falhas inversas de certa extensão; e os pequenos *placers* torrenciais e fluviais modernos ouro aluvial proveniente da veios auro-antimoníferos de rio acima (rio Toropalca, distrito Mauretania-Spitani, e outros).

Conforme a distribuição geográfica dos numerosos depósitos conhecidos na região, esta área pode subdividir-se em uma alternância de subfaixas longitudinais. Entre as primeiras, que alojam alguns dos melhores jazimentos antimoníferos da Bolívia, figuram de oeste para leste, aquelas dos distritos Dolores, Putuma e San Benjamín (Sb-[Pb]), Murmuntani–Oropeza (Sb), os distritos Mokhopata, Veta Puna, Caracota (que foi o mais produtivo do país, com recursos originais superiores a 50.000 t Sb) e Poconota (Sb-[Au]/Au–Sb/Sb), e os distritos Mauretania–Sipitani (com a mina Ichu Ruphasca) e Churata–Reforma (Sb-[Au-W]) (Tröng et al. (1993); Riera et al. *no prelo*; Ahlfeld e Schneider–Scherbina, 1964; Barragán, 1971; Broersma et al. (1963); Lehrberger, 1992; Alcócer et al. 1993).

A Faixa de Chuquini (Sb-[Au]), em que se encontra o depósito homônimo, forma uma franja levemente arqueada de direção geral NNW–SSE, com 3 km de extensão por 2 km de largura média. Desenvolve-se no Ordoviciano, ao longo do eixo de uma anticlinal fallada. Em sua parte norte ocorrem, dentro dessa charneira, os filões longitudinais em rosário, veios “cruceiros” (que preenchem falhas tensionais transversais ou cizallas conjugadas diagonais), *stockworks* e *saddle reefs*. do grande jazimento de antimonio Churquini, até agora isolado, e um dos mais ricos da

Bolivia con sus recursos originales del orden de 20.000 t de metal; hacia el S fueron detectados hace poco tiempo indicios aluviales de oro (Troëng et al. 1993; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Broersma et al., op. cit.; Uribe, com. verb., 1999).

Los depósitos tipo SEDEX de Pb, Zn, Ag y Ba de la sierra de Aguilar (distrito Aguilar, Jujuy, Argentina) constituyen las explotaciones mineras metalíferas no ferrosas más importantes de Argentina (Sureda, 1999) por el volumen y la continuidad de su producción histórica. Los considerables volúmenes de mena existentes se pueden relacionar con fuentes geotermales, en parte exhalativas, que han derramado salmueras metalíferas densas en el fondo marino del Tremadociano inferior. Forman la más grande concentración conocida de minerales de plomo y cinc en el Paleozoico sudamericano.

La columna estratigráfica en el distrito comienza en la base con la Formación Despensa, de edad tremadociana inferior, con pelitas areniscosas, arcosas y grauvacas, con intercalaciones de conglomerados polimícticos, algunos de los cuales están mineralizados con sulfuros metálicos dispuestos en la mesostasis. Sigue la Formación Padrioc, de edad tremadociana inferior, que se deposita en concordancia sobre la Formación Despensa y que está compuesta por areniscas arcósicas y calcáreas, con intercalaciones menores de lutitas, calizas, chert, conglomerados y brechas, de carácter somero. Esta unidad es muy importante (6) porque alberga los mayores depósitos estratiformes de metales de base que se conocen en la Provincia Metalogénica Quiaqueña. Sobre la unidad anterior se deposita en concordancia la Formación Cardonal, con areniscas con intercalaciones de pelitas; contiene algunos cuerpos mineralizados pequeños. En el Jurásico superior-Cretácico inferior se intruyen los granitos de Aguilar, Abra Laite y Toldo.

En la aureola metamórfica de los dos primeros yace la mayor parte de los depósitos metalíferos de plomo y cinc. Los cuerpos de mena en El Aguilar pertenecen al limbo occidental de un anticlinal asimétrico hoy erosionado.

Bolivia, com recursos originais da ordem de 20.000 t Sb; para sul foram detectados, há pouco tempo, indícios aluviais de ouro (Tröeng et al. 1993; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Broesma et al 1963); Uribe [com. pes.]).

Os depósitos tipo SEDEX de Pb, Zn, Ag e Ba da serra Aguilar em Jujuy, constituem as explorações metalíferas não ferrosas mais importantes da Argentina, pelo volume e continuidade de sua produção histórica (Sureda, 1999). Os consideráveis volumes existentes de minério podem ser relacionados às fontes geotermais, em parte exalativas, que derramaram salmouras metalíferas densas no fundo marinho do Tremadociano Inferior. Formam a maior concentração conhecida de minerais de Pb e Zn no Paleozóico sulamericano.

A coluna estratigráfica no distrito começa na base da Formação Despensa, de idade tremadociana inferior, com pelitos arenosos, arcóseos e grauvacas, com intercalações de conglomerados polimícticos, alguns dos quais estão mineralizados com sulfetos metálicos dispostos na mesóstase. Segue a Formação Padrioc, de idade tremadociana inferior, que se deposita concordantemente sobre a Formação Despensa, e que é composta por arenitos arcosianos e calcários, com intercalações menores de lutitos, margas, *chert*, conglomerados e brechas, de ambiente raso. Esta unidade é muito importante porque abriga os maiores depósitos estratiformes de metais básicos que se conhecem na Província Metalogênica Quiaqueña. Sobre a unidade anterior deposita-se em concordância a Formação Cardonal, com arenitos com intercalações de pelitos; que contém alguns corpos mineralizados pequenos. No Jurássico Superior-Cretáceo Inferior se intrudem os granitos de Aguilar, Abra Laite e Toldo.

Na auréola metamórfica dos dois primeiros, jaz a maior parte dos depósitos metálicos de Pb e Zn. Os corpos de minério em El Aguilar pertencem ao limbo oeste de uma anticlinal assimétrica, hoje erodida.

Existe un antiguo sistema de pliegues menores, de alineación noroeste-sudeste, de gran importancia para la exploración y localización de las menas. Hay diferentes tipos de brechas asociadas a las mineralizaciones de Pb-Zn, rasgo omnipresente en los depósitos minerales de la sierra de Aguilar y de indudable importancia genética (Sureda, 1999). Se interpretan tres megasecuencias asociadas al rift irúyico; todas las mineralizaciones de importancia pertenecerían a la megasecuencia sin-rift. Los episodios metalogénicos El Aguilar y Esperanza estarían desvinculados en el tiempo, y las menas de Esperanza, estratoligadas exclusivamente a la Formación Lampazar, serían más recientes. En el distrito Aguilar hay cuatro tipos de mineralizaciones:

- **Depósitos estratiformes de Pb-Zn**, singenéticos con la Formación Padrioc y afines con el modelo denominado sedex; representan la mayor proporción de mena existente. Se postula una fuente exhalativa que ha derramado salmueras metalíferas densas en el fondo marino del Tremadociano inferior. A ellos pertenecen las minas El Aguilar y Esperanza.
- **Depósitos estratoligados de Pb-Zn** en su mayor parte también estratiformes, y con fuertes anomalías de Ba y Mn. Yacen mayormente en la Formación Cardonal. Se originan en episodios previos o posteriores al suceso metalogénico principal. Predominan las relaciones singenéticas entre las menas y las rocas hospedadoras.
- **Depósitos de Pb-Zn invariablemente pequeños** y con relaciones espaciales afines a los complejos de diques y granitos alcalinos asociados a la fase diastrófica Atacama del ciclo Andino en el límite Jurásico-Cretácico. En general son discordantes en relación con las rocas paleozoicas encajonantes.
- **Depósitos polimetálicos, algunos de plomo y cinc**, asociados con estructuras andinas post cretácicas; son muy escasos y pequeños.

Existe um antigo sistema de dobras menores, de alinhamento NW-SE, de grande importância para a exploração e localização dos corpos de minério. Há diferentes tipos de brechas associadas as mineralizações de Pb-Zn, feição onipresente nos depósitos minerais da serra de Aguilar, e de indubitável importância genética (Sureda, 1999). Interpretam-se três megasequências associadas ao rift iruico; todas as mineralizações de importância pertenceriam a megasequência sin-rift (Sureda, 1999). Os episódios metalogénicos El Aguilar e Esperanza estariam desvinculados no tempo, e os corpos de minério de Esperanza, estratoligados exclusivamente à Formação Lampazar seriam mais recentes. No distrito de El Aguilar há quatro tipos de mineralização:

- **Depósitos estratiformes de Pb-Zn**, singenéticos com a Formação Padrioc e afins com o modelo sedex; representam a maior proporção de minério existente. Postula-se uma fonte exalativa que derramou salmouras metalíferas densas num fundo marinho do Tremadociano Inferior. A eles pertencem as minas El Aguilar e Esperanza.
- **Depósitos *strata-bound* de Pb-Zn** em sua maior parte também estratiformes e com fortes anomalias de Ba e Mn. Ocorrem maiormente na Formação Cardonal. Originou-se em episódios prévios ou posteriores à sucessão metalogênica principal. Predominam as relações singenéticas entre os corpos de minério e as rochas hospedeiras.
- **Depósitos de Pb-Zn normalmente pequenos** e com relações espaciais afins aos complexos de diques e granitos alcalinos associados a fase diastrófica Atacama do ciclo Andino, nos limites do Jurássico-Cretáceo. Em geral, são discordantes em relação às rochas paleozóicas encaixantes.
- **Depósitos polimetálicos, alguns de chumbo e zinco**, associados com estruturas andinas pós-cretácicas; são muito escassos e pequenos.

El Aguilar

Se ubican aquí varios cuerpos concordantes mayores, con minerales de Pb y Zn, ubicados en una sección estratigráfica favorable del tramo superior de la Formación Padrioc. Pertenece al limbo occidental de un anticlinal parcialmente erosionado. La mineralogía primaria de las menas metálicas es bastante simple y comprende esfalerita ferrífera, galena y pirita. Se asocian además pirrotina, greigita, calcopirita, tetraedrita-tennantita, arsenopirita, magnetita, marcasita y molibdenita, entre otras (Sureda, 1999). Las estructuras de los cuerpos mineralizados son las siguientes: *brechas intraformacionales* ordovícicas (63%), la más común; *bandeada* (15%), con frecuencia por encima de la anterior; constituye típicas exhalitas; *diseminada* (10%) característica en el piso de la sección mineralizada; *maciza* (no excede 5%) con contenidos de más del 70% de la roca; *cementación* de conglomerados; *venular*, constituyendo verdaderos stockworks; *de reemplazo o skarn*, que constituyen menos del 2% del total de la mineralización total.

En general, del piso al techo se suceden las estructuras venular, diseminada, en brechas, cementación de conglomerados, maciza y bandeada. Las dos primeras corresponden a típicas inhalitas, las otras dos pueden ser de transición (con inhalitas y exhalitas, o bien una u otra), y finalmente las dos últimas representan típicas exhalitas, en especial la estructura bandeada (Sureda, 1999).

Los isótopos de Pb denotan una filiación continental de posible subcorsta granulítica para la evolución plumbotectónica de la época.

Las reservas medidas en El Aguilar alcanzan los 5 millones de toneladas.. Es la segunda actividad minera metalífera de Argentina; la producción diaria de El Aguilar es de 2.000 a 2.200 t de menas con leyes de 8,4% Zn, 5,5% Pb y 90 a 120 g/t Ag (Sureda, 1999).

El Aguilar

Em El Aguilar se localizam-se vários corpos concordantes maiores, com minerais de Pb e Zn, situados em uma seção estratigráfica favorável da parte superior da Formação Padrioc. Pertence ao limbo ocidental de uma anticlinal parcialmente erodida. A mineralogia primária dos corpos metálicos é bastante simples e compreende esfalerita ferrífera, galena e pirita. Associam-se ainda pirrotina, greigita calcopirita, tetraedrita-tennantita, arsenopirita, magnetita, marcasita e molibdenita, entre outros (Sureda, 1999). As estruturas dos corpos mineralizados são as seguintes: *brechas intraformacionais* ordovicianas (63%), a mais comum; *bandada* (15%), com frequência sobre a anterior; constituindo típicos exalitos; *disseminada* (10%), característica no piso da seção mineralizada; *maciça* (não excede 5%), com conteúdos de mais de 70% de rocha; *cimentação* de conglomerados; *venular*, constituindo verdadeiros *stockworks*; de *substituição* ou *skarn*, que constituem menos de 2% do total de toda a mineralização.

Em geral, do piso ao teto sucedem-se as estruturas venular, disseminada, em brechas, cimentação de conglomerados, maciça e bandeada. As duas primeiras correspondem a típicas "inhalitas", as outras podem ser de transição (com "inhalitas" e exalitos ou um ou outro), e finalmente as duas últimas representam típicos exalitos, em especial a estrutura bandada (Sureda, 1999).

Os isótopos de Pb denotam uma filiação continental da possível subcrosta granulítica para a evolução plumbotectônica da época.

As reservas medidas em El Aguilar alcançam 5 Mt. É a segunda atividade mineira metalífera da Argentina; a produção diária de El Aguilar é de 2.000-2.200 t de minério com teores de 8,4% Zn, 5,5% Pb e 90-120 g/t Ag (Sureda, 1999).

Esperanza

Los depósitos estratiformes de Pb-Zn-Ba de esta mina se intercalan en la Formación Lampazar, sección inferior de la columna estratigráfica ordovícica de la sierra de Aguilar, en las proximidades del Granito Aguilar y dentro de su aureola de metamorfismo de contacto (Sureda, 1999). Las Formaciones Padrioc, Lampazar, Cardonal y Acoite corresponden a sedimentos marinos siliciclásticos depositados entre el Tremadociano inferior y el Arenigiano. Estas cuatro unidades formacionales configuran una estructura sinclinal a la altura de la mina Esperanza, de rumbo submeridiano y hundimiento axial hacia el norte. Existen dos fallas inversas que delimitan un bloque. En el faldeo oriental de la sierra de Aguilar afloran los mantos mineralizados del yacimiento, y se ubican en el mencionado bloque. Están estratoligados a las areniscas y lutitas de la Formación Lampazar .

En la mina Esperanza hay un manto principal de unos 350 m de largo en sentido meridiano, 130 de ancho en dirección este-oeste, y hasta 18 de espesor máximo. Los estratos buzan 27° hacia el oeste. En esta dirección se localizan otros dos cuerpos de mena paralelos al depósito del manto principal. Las menas limitan siempre con sedimentos detríticos finos. La mineralogía de la mina Esperanza es muy fina: predominan esfalerita oscura (marmatita) y pirita; galena y pirrotina también pueden ser esenciales. Entre los minerales accesorios hay arsenopirita, alabandina, calcopirita, wurtzita, esfalerita clara, pirargirita, marcasita, vonsenita, greigita y plomo nativo, en ganga de cuarzo, calcita, moscovita y baritina. También hay una paragénesis de skarn en el sector con metamorfismo de contacto. La mina Esperanza es la mejor localidad conocida en la sierra de Aguilar para la yacencia de baritina abundante, en exhalitas macizas de granometría muy fina y hábito sacaroidal. En los niveles estratigráficos ubicados por encima del manto principal se han localizado horizontes submilimétricos de turmalinitas; estas exhalitas boríferas son de depositación singenética con estratos de lutitas y limopelitas. Hay chert ferruginoso o manganesífero y calizas de estructura bandeada o estromatolítica.

Esperanza

Os depósitos estratiformes de Pb-Zn-Ba de Esperanza, intercalam-se na Formação Lampazar, seção inferior da coluna estratigráfica da serra de Aguilar, nas proximidades do Granito Aguilar e dentro de sua auréola de metamorfismo de contato (Sureda, 1999). As formações Padrioc, Lampazar, Cardonal e Acoite correspondem a sedimentos marinhos siliciclásticos depositados entre o Tremadociano Inferior e o Arenigiano. Essas quatro unidades formacionais configuram uma estrutura sinclinal na altura da mina Esperanza, de rumbo submeridiano e caimento axial para norte. Existem duas falhas inversas que delimitam um bloco. Na encosta oriental da serra Aguilar afloram os “mantos” mineralizados do jazimento, que se localizam no referido bloco. Estão estratoligados aos arenitos e lutitos da Formação Lampazar.

Na mina Esperanza há um “manto” principal de uns 350 metros de comprimento no sentido meridiano, 130 metros de largura na direção leste-oeste, e 18 metros de espessura máxima. As camadas mergulham 27° para oeste. Nesta direção se localizam outros dois corpos de minério paralelos ao depósito do “manto” principal. Os corpos de minério limitam-se sempre com sedimentos detríticos finos. A mineralogia da mina Esperanza é de granulação fina: predomina esfalerita escura (marmatita) e pirrotina; galena e pirrotina também podem ser essenciais. Entre os minerais acessórios ocorrem arsenopirita, alabandina, calcopirita, wurtzita, esfalerita clara, pirargirita, marcasita, vonsenita, greigita e chumbo nativo, em ganga de quartzo, calcita, muscovita e baritina (Sureda, 1999). Também ocorre uma paragênese de skarn no setor com metamorfismo de contato. A mina Esperanza é o melhor local conhecido da serra de Aguilar para a ocorrência de baritina abundante, em exalitos maciços de granulometria muito fina e hábito sacaroidal. Nos níveis estratigráficos localizados sobre o “manto” principal foram localizados horizontes submilimétricos de turmalinitas; esses exalitos boríferos são de deposição singenética com estratos de lutitos e silto-argilosos. Há chert ferruginoso ou manganesífero e calcários de estrutura bandada ou estromatolítica.

En el depósito Mono Abra de baritina (Salta, Argentina), las manifestaciones de baritina constituyen cuerpos vetiformes, principalmente emplazados en rocas lutíticas de edad ordovícica, como así también en rocas precámbricas de la Formación Puncoviscana y en rocas cámbricas del Grupo Mesón (Castillo, 1999). La baritina esencialmente se asocia a cuarzo, galena y blenda, todos en proporciones variables. La densidad de la baritina es de 4,16, con un contenido de 86,10% BaSO₄ y 0,5% Pb.

Los depósitos de baritina de la Cordillera Oriental están comprendidos en la Provincia Metalogénica Quiaqueña y corresponden a vetas y filones dentro de rocas ordovícicas portadoras de mineralización. Las reservas alcanzan 118.000 t de mineral en bruto, con baritina esencial y galena accesoría.

Campo Durán (Salta, Argentina) es uno de los yacimientos más importantes desarrollados en la Cuenca Carbonífera en la sierra de Aguaraque.

Las sedimentitas de la Cuenca Carbonífera (Castillo, 1999) se depositaron en el Carbonífero inferior alto y el Pérmico y están incluidas dentro de la Cuenca Tarija. Esta Cuenca está constituida por un conjunto de sedimentitas compuestas principalmente por samitas y en forma subordinada pelitas. La Cuenca ha sido incluida en el Megaciclo Carbonífero, que está formado por dos Grupos:

- Grupo Macharetí, de edad carbonífera inferior a superior. Dentro de este Grupo se definieron los siguientes Superciclos: Itacua (Formación Itacua); Tupambi-Tarija (Formaciones Tupambi, Itacuamí y Tarija); y Chorro-Taiguati (Formaciones Chorro-Taiguati).
- Grupo Mandiyutí del Carbonífero superior a Pérmico inferior. Se consideran los Superciclos Las Peñas (Formación Las Peñas o Escarpment); y San Telmo I y San Telmo II (Formación San Telmo).

No depósito de baritina de Mano Abra em Salta, as manifestações do mineral constituem corpos vetiformes alojados principalmente em rochas lutíticas de idade ordovíciana, bem como em rochas pré-cambrianas da Formação Puncoviscana, e em rochas cambrianas do Grupo Mesón (Castillo, 1999). A baritina associa-se essencialmente ao quartzo, galena e blenda, todos em proporções variáveis. A densidade da baritina é de 4,16, com um conteúdo de 86,10% BaSO₄ e 0,5% Pb.

Os depósitos de baritina da Cordilheira Oriental estão compreendidos na Província Metalogênica Quiaqueña, e correspondem a veios e filões dentro de rochas ordovicianas portadoras de mineralização. As reservas alcançam 118.000 t de mineral bruto, com baritina essencial e galena acessória.

O jazimento de Campo Durán em Salta, é um dos jazimentos mais importantes desenvolvidos na bacia Carbonífera na serra de Aguaraque.

As rochas sedimentares da Bacia Carbonífera (Alvarez, 1999) depositaram-se no final do Carbonífero Inferior e no Permiano, e estão incluídas na Bacia Tarija. Esta bacia é constituída por uma seqüência de rochas sedimentares compostas principalmente por psamitos e, de forma subordinada, pelitos. A bacia foi incluída no Megaciclo Carbonífero, que é composto por dois grupos:

- Grupo Macharetí, de idade carbonífera inferior a superior. Neste grupo definiram-se os seguintes Superciclos: Itacua (Formação Itacua); Tupambi-Tarija (formações Tupambi, Itacuami e tarija); e Chorro-Taiguati (formações Chorro-Taiguati).
- Grupo Mandiyutí do Carbonífero Superior a Permiano Inferior. Consideram-se os Superciclos Lãs Peñas (Formação lãs Peñas o Escarpment); e San Telmo I e San Telmo II (Formação San Telmo).

Se considera que el petróleo extraído de las rocas carboníferas ha sido generado por las sedimentitas de plataforma marina de edad devónica (Alvarez, 1999).

Esta Cuenca presenta en general buenos reservorios. Las unidades más importantes de las que se extraen grandes volúmenes principalmente de petróleo son aquellas que contienen mayor proporción de arenas, como las Formaciones Las Peñas (Carbonífero superior) y Tupambi (Carbonífero medio), los espesos paquetes arenosos intercalados en la Formación Tarija (también Carbonífero medio pero más joven que la Formación Tupambi), y algunos niveles de la Formación San Telmo. Estos reservorios producen en gran parte por porosidad primaria, aunque si presentan porosidad secundaria (fisuras y diaclasas) aumenta la permeabilidad y en consecuencia la producción. Estos reservorios tienen porosidad mixta (intergranular y por fisuras).

El sello (Alvarez, 1999) está dado por las facies pelíticas de las Formaciones Itacuamí y San Telmo, como así también las areniscas, vaques y fangolitas diamictíticas de las Formaciones Tarija y Taiguati. En la sierra de Aguaragüe, el yacimiento Campo Durán produce petróleo a partir de las Formaciones Tupambi, Tarija y Las Peñas.

Constituyen las rocas madre las sedimentitas de plataforma marina de edad silúrico-devónica (Formaciones Kirusillas, Icla y Los Monos) que poseen mucha mayor proporción de pelitas ricas en materia orgánica que de areniscas, y son consideradas como potenciales precursoras de hidrocarburos (Alvarez, 1999). La Formación Kirusillas tiene edad silúrica inferior, mientras que la Formación Icla es de edad devónica inferior y la Formación Los Monos devónica media.

Las trampas son de tipo estructural y se vinculan al conjunto de pliegues y fallas de la Región Subandina, como consecuencia de la deformación tectónica ocurrida durante el Terciario superior. Estas trampas están representadas por anticlinales y sinclinales asociados a fallas.

Considera-se que o petróleo extraído das rochas carboníferas tenha sido gerado pelos sedimentos da plataforma marinha de idade devoniana (Alvarez, 1999). Esta bacia apresenta, em geral, bons reservatórios. As unidades mais importantes das que se extraem grandes volumes, principalmente de petróleo, são aquelas que contém maior proporção de areias, como as formações Las Peñas (Carbonífero Superior) e Tupambi (Carbonífero Médio), os espessos pacotes arenosos intercalados na Formação Tarija (também Carbonífero Médio, porém mais jovem que a Formação Tupambi), e alguns níveis da Formação San Telmo. Esses reservatórios produzem, em grande parte por porosidade primária, embora quando apresentem porosidade secundária (fissuras e diáclases) aumentem a permeabilidade e, em consequência, a produção. Esses reservatórios têm porosidade mista (intergranular e fissuras).

A selagem (Alvarez, 1999) é dada pelas fácies pelíticas das formações Itacuamí e San Telmo, assim como os arenitos, grauvas, diamictíticos aluviais das formações Tarija e Taiguati. Na serra de Aguaragüe, o jazimento de Campo Durán produz petróleo a partir das formações Tupambi, Tarija e Las Peñas.

Constituem as rochas-mãe, os sedimentitos de plataforma marinha de idade silúrico-devoniana (formações Kirusillas, Icla e Los Monos) que possuem muito maior proporção de pelitos ricos em matéria orgânica que de arenitos, e são considerados como potenciais precursores dos hidrocarbonetos (Alvarez, 1999). A Formação Kirusillas tem idade siluriana inferior, enquanto que a Formação Icla é de idade devoniana inferior, e a Formação Los Monos, do Devoniano Médio.

As armadilhas são do tipo estrutural e se vinculam ao conjunto de dobras e falhas da Região Subandina, como consequência da deformação tectônica ocorrida durante o Terciário Superior. Essas armadilhas estão representadas por anticlinales e sinclinales associadas à falhas.

En los episodios mesozoicos (Zappettini, 1999), en el territorio argentino, hacia el Cretácico adquieren una mayor extensión las cuencas intracratónicas, alcanzando a cubrir importantes sectores del noroeste. En ellas se alojan depósitos de tipo estratoligado, esencialmente de Cu en areniscas. Se menciona para este modelo Río Juramento en Salta, con reservas de 5 Mt y leyes de 1% Cu y 21 g/t Ag (Peral e Wormald, 1999); en la provincia geológica Sistema de Santa Bárbara se encuentra Martín Bronce, en Jujuy, que posee reservas de 3,5 Mt y leyes 2,7% Cu, 90 g/t Ag, 1,7% Zn, 0,2-1 g/t Au (Ávila, 1999), como así también depósitos de U-V, como el distrito Tonco-Amblayo (52), en Salta, con reservas totales de 584.709 t de mineral y ley de 1,05152 ‰ U (Romano, 1999), y mineralizaciones no metalíferas (calizas de Puesto Viejo, Jujuy).

El cerro Rico de Potosí Ag-[Sn-Zn-W-Pb] (Bolivia) es el yacimiento de plata más rico del mundo y es uno de los depósitos polimetálicos telescopados de tipo boliviano. Geológicamente, el Cerro Rico es la raíz de un domo resurgente fungiforme, de composición primitiva riodacítica o riolítica obliterada por una alteración hidrotermal particularmente penetrativa; se emplazó durante el Mioceno medio en el borde estructural occidental de la caldera de colapso del Kari Kari, sobre un basamento de lutitas y areniscas ordovícicas recubierto por volcánico-sedimentos lacustres intracaldera (conglomerados, tufitas y brechas) de edad miocena inferior a media (Heuschmidt et al., 2000).

Las paragénesis metalíferas y metasomáticas, espacial, temporal y genéticamente ligadas a esta extrusión ácida ostentan una zonación tridimensional ejemplar centrada en su núcleo intrusivo profundo. A partir de éste, caracterizado por la asociación xenotermal W-Bi-(Sn)-alteración fílica-turmalinización, pasa hacia arriba a una mena de Sn acompañada de alteración fílica, y luego en la parte superior del domo a paragénesis xeno a epitermales telescopadas (por colapso tardío del sistema magmático-hidrotermal) relativamente empobrecidas en Sn pero sobreenriquecidas en Ag, acompañadas por silicificación intensa + argilitización débil y, en

Nos epizódios mesozóicos (Zappettini, 1999) em território argentino até o Cretáceo, adquirem uma maior extensão às bacias intracratônicas, chegando a cobrir importantes setores de noroeste. Nelas se alojam depósitos do tipo *strata-bound*, especialmente de cobre em arenitos. Menciona-se para este modelo, Rio Juramento em Salta, com reservas de 5 Mt e teores de 1% Cu e 21 g/t Ag (Peral e Wormald, 1999); na província geológica Sistema de Santa Bárbara encontra-se Martín Bronce em Jujuy, que possui reservas de 3,5 Mt e teores de 2,7% Cu, 90 g/t Ag, 1,7% Zn, 0,2-1,0 g/t Au (Ávila, 1999), assim como também depósitos de U-V, como el distrito Tonco-Amblayo em Salta, com reservas totais de 584.709 t de mineral e teor de 1,05152 ‰ U (Romano, 1999), e mineralizações não-metalíferas (calcários de Puesto Viejo, Jujuy).

El cerro Rico de Potosí (Ag-[Sn-Zn-W-Pb]) na Bolívia, é o jazimento de prata mais rico do mundo, é um dos depósitos polimetálicos telescopados do tipo boliviano. Geologicamente, o cerro Rico é a raiz de um domo ressurgente fungiforme, de composição original riodacítica ou riolítica obliterada por uma alteração hidrotermal, particularmente penetrativa; foi emplaçado durante o Mioceno Médio na borda estrutural ocidental da caldeira de colapso de Kari Kari, sobre um embasamento de lutitos e arenitos ordovicianos recoberto por vulcânico-sedimentos lacustres intracaldera (conglomerados, tufitos e brechas) de idade mocênica inferior a média (Heuschmidt et al. 2000).

A paragênese metalífera e metassomática, espacial, temporal e geneticamente ligadas a esta extrusão ácida mostram uma zonação tridimensional exemplar, centrada em seu núcleo intrusivo profundo. A partir deste, caracterizado pela associação xenotermal W-Bi-(Sn)-alteração fílica-turmalinização, passa acima a um corpo de minério de estanho acompanhado de alteração fílica e, logo na parte superior do domo, para paragênese xeno a epitermal telescopadas (por colapso tardio do sistema mágmático-hidrotermal), relativamente empobrecidas em estanho, porém sobreenriquecidas em prata, acompanhados por silicificação intensa+argilização

la cumbre de la montaña, por argilitización avanzada. Hacia la periferia del cuerpo ígneo, estas mineralizaciones estañíferas xenotermiales dejan progresivamente sitio a concentraciones epitermales de Zn-Ag-Pb y, por último, de Ag-Pb asociadas a rocas más o menos propilitizadas. Al SSO los filones formales que las contienen desaparecen bajo el casquete de ignimbritas riolíticas, postminerales pues datan del final del Mioceno medio; este casquete constituye el cerro Huacajchi, convirtiendo este sector en un blanco exploratorio privilegiado (Alcócer et al., 1993).

Por regla general, las vetas del campo mineralizado del cerro Rico y de sus alrededores, que rellenan fracturas de cizalla y subordinadamente de tensión, son estructuras angostas pero bordeadas sobre todo en la cúpula del domo por anchas zonas de impregnación metálica difusa. Si se suma a estas menas de baja ley diseminadas dentro del domo y de los volcano-sedimentos lacustres circundantes aquellas acumuladas en flujos de detritos volcánicos, lahares, coluvios, escombros (fluvio-)glaciares, desmontes antiguos y, pendiente abajo, aluviones torrenciales, se calcula que, al cabo de cerca de medio milenio de laboreo ininterrumpido, quedan todavía por explotar en el cerro de Potosí no menos de 600 Mt con un promedio global de 92 g/t Ag (Riera, Díaz y Escóbar [eds.], op. cit.; Redwood 1993; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Cunningham et al. 1996; Schneider 1985; Sugaki et al. 1983; Sillitoe et al. 1975; GEOBOL, op. cit.; Sillitoe 1988). El depósito cuenta con recursos originales hoy estimados superiores a 100.000 t Ag, considerando todo el mineral de baja ley.

El complejo dómico de Colquechaca (Ag-[Zn-Sn-Pb]) (Bolivia) es una pequeña área aproximadamente triangular, circunscripta a un estratovolcán andesítico a dacítico intruido por un grupo resurgente de domos de pórfidos riodacíticos a cuarzo-latíticos. Este complejo volcánico eomioceno, emplazado sintectónicamente sobre la faja axial de un anticlinal de sedimentos arenáceos, arcillosos y carbonáticos ordovícicos y jurásico-cretácicos, ha sufrido un fracturamiento tensional intenso en dos orientaciones.

débil e, no topo da montanha, por argilização avançada. Até a periferia do corpo ígneo, essas mineralizações estaníferas dão progressivamente lugar à concentrações epitermais de Zn-Ag-Pb e, por último, de Ag-Pb associadas a rochas mais ou menos propilitizadas. A SSW, os filões formais desaparecem sob a “calota” de ignimbritos riolíticos pós-minerais, pois datam do final do Mioceno Médio. Esta “calota” constitui o cerro Huacajchi, convertendo este setor em um alvo exploratório privilegiado (Alcócer et al. 1993).

Por regra geral, os veios do campo mineralizado de cerro Rico e de seus arredores, que preenchem fraturas de cisalha e, subordinadamente, de tensão, são estruturas estreitas, porém bordeadas sobre toda a cúpula do domo, por amplas zonas de impregnação metálica difusa. Soma-se a esses corpos de minério de baixo teor disseminados dentro do domo e dos vulcano-sedimentos lacustres circundantes, aqueles acumulados em fluxos de detritos vulcânicos, lahares, colúvios, escombros (flúvio-)glaciais, desmontes antigos e, pendente abaixo, aluviões torrenciais. Calcula-se que, ao cabo de cerca de meio milênio de exploração ininterrupta, restam ainda por explotar no cerro Potosí, não menos de 600 t, com um teor médio global de 92 g/t Ag (Riera et al., *no prelo*; Redwood, 1993; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Cunningham et al. 1996; Schneider, 1985; Sugaki et al. 1983; Sillitoe et al. 1975; Sillitoe, 1988). O depósito contou com recursos originais hoje estimados como superiores a 100.000 t Ag, considerando todo o minério de baixo teor.

O complexo dómico de Colquechaca (Ag-[Zn-Sn-Pb]) na Bolívia, ocupa uma pequena área, aproximadamente triangular, circunscripta a um estratovulcão andesítico a dacítico intruido por um grupo resurgente de domos de riodacitos a quartzo-latitos pórfiros. Este complexo vulcânico eomiocênico, emplaçado sintectonicamente sobre a faixa axial de uma anticlinal de sedimentos arenosos, argilosos e carbonáticos ordovicianos de idade juro-cretácica, sofreu um fraturamento tensional intenso em duas orientações.

Las fallas y fisuras muy irregulares de uno de estos dos sistemas estructurales controlan las vetas centrales del distrito, que incluyen las más desarrolladas y otrora ricas en Ag, acompañada de Zn, Sn, Pb, Cd, Ge e In, entre otros. El otro sistema controla vetas principalmente estañíferas, bismutíferas y/o cupríferas al nordeste y suroeste de las anteriores. En la intersección entre fracturas de los dos sistemas se originaron localmente stockworks de interés económico.

Las mineralizaciones polimetálicas xenó a epitermales de tipo boliviano por excelencia del complejo extrusivo de Colquechaca y las alteraciones hipogénicas asociadas muestran zonalidad a partir de los centros dómicos septentrionales (cerros Hermoso y Yanakaka): casiterita–leve turmalinización proximal, sulfuros y sulfosales telescopadas de plata, metales de base, estaño y/o bismuto–alteración filica penetrativa en la mayor parte del campo filoniano, y moderada propilitización distal (Troëng y Riera [eds.], op. cit.; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Heuschmidt y Miranda 1995; GEOBOL-PNUD 1982a). Se encuentran todavía en superficie anchos haces filonianos inexplorados (y algunas zonas asociadas de disseminación metálica) con hasta 100 g/t Ag y 1,5 % Zn, mientras que en profundidad, por debajo del nivel de base San Bartolomé, los recursos geológicos remanentes, más cincíferos, totalizarían varios millones de toneladas con un promedio de 17 % Zn, 370 g/t Ag y 1,7 % Pb, además de proporciones no cifradas de oligoelementos (COMIBOL, com. verb., 1993).

La caldera mesomiocena de Porco (Ag-Zn-Pb-Sn-[Cd]) (Bolivia), es a la fecha el principal centro de producción de zinc de Bolivia, con reservas de 4,5 Mt con 7,6 % Zn [+ Cd-In-Ge-Ga-Se], después de haber sido en otros tiempos un yacimiento de plata y, más recientemente, de estaño. La explotación se concentra en un largo sistema filoniano cincífero en profundidad a plumbo-argentífero hacia la superficie, asociado a fisuras tensionales; tiene como roca de caja la toba dacítica que rellena esta última.

As falhas e fissuras muito irregulares de um desses sistemas estruturais controlam os veios centrais do distrito, que incluem os mais desenvolvidos e outrora ricos em prata, acompanhado de Zn, Sn, Pb, Cd, Ge e In, entre outros. O outro sistema controla veios principalmente estaníferos, bismutíferos e cupríferos a nordeste e sudoeste dos anteriores. Na interação dessas fraturas dos dois sistemas, originaram-se, localmente, *stockworks* de interesse econômico.

As mineralizações polimetálicas xenó a epitermais do tipo boliviano por excelência do complexo extrusivo Colquechaca e as alterações hipogênicas associadas, mostram zonalidade a partir dos centros dômicos setentrionais (cerros Hermoso e Yanakaka): cassiterita-leve turmalinização proximal, sulfetos e sulfossais telescopados de prata, metais básicos, estanho e ou bismuto- alteração filica penetrativa na maior parte do campo filoniano, e moderada propilitização distal (Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Heuschmidt e Miranda, 1995; GEOBOL-PNUD, 1982). Encontra-se ainda, em superfície, largos feixes filonianos inexplorados (e algumas zonas associadas de disseminação metálica) com até 100 g/t Ag e 1,5% Zn, enquanto que em profundidade, abaixo do nível de base San Bartolomé, os recursos geológicos remanescentes mais zincíferos, totalizariam vários milhões de toneladas com uma média de 17% Zn, 370 g/t Ag e 1,7% Pb, além de proporções não avaliadas de oligoelementos (COMIBOL, com. pes.).

A caldeira mesomiocênica de Porco (Ag-Zn-Pb-Sn-[Cd]) na Bolívia é até agora, o principal centro de produção de zinco da Bolívia, com reservas de 4,5 Mt com 7,6% Zn [+ Cd-In-Ge-Ga-Se], depois de ter sido, em outros tempos, um jazimento de prata e, mais recentemente, de estanho. A exploração concentra-se num grande sistema filoniano zincífero em profundidade, a plumbo-argentífero para a superfície, associado a fissuras tensionais; tem como rocha encaixante o tufo dacítico que preenche a caldeira.

El campo filoniano en su conjunto, que está acompañado en sectores por disseminaciones de mineral en la toba, se extiende aparentemente hasta el lado opuesto todavía por explorar de modo sistemático de la depresión; está enriquecido en Sn (y subsidiariamente en W) en la parte central de la depresión conforme a una zonación general de los metales y de las alteraciones hidrotermales (desde la filica en el yacimiento propiamente dicho hasta la propilítica en sus márgenes) alrededor del stock dacítico también muy alterado de Huayna Porco. Este stock, posiblemente resurgente, de edad miocena superior, fue el foco mineralizador de este típico distrito polimetálico xeno a epitermal (Cunningham et al. 1994; Ahlfeld y Schneider-Scherbina 1964; Riera, Díaz & Escóbar [eds.], op. cit.; GEOBOL 1968).

El distrito Caldera Chocaya (Ag-[Pb-Zn-Sn-Au]) (Bolivia) es una caldera volcánica mesomiocena de forma aproximadamente triangular y reducido tamaño pero de gran relevancia metalogénica; está ocupada por una pila piroclástica y lávica principalmente dacítica protruida por un domo resurgente central también dacítico. La atraviesa de SO a NE, en subsuperficie, un haz filoniano polimetálico a la vez extenso arraigado en el basamento ordovícico, muy rico (con célebres bonanzas,) y zonal (con predominio de Sn en el núcleo de la sección NE Siete Suyos y de Ag-Pb [hacia arriba]-Zn [hacia abajo] al SO en Gran Chocaya e Inocentes) ligado a una zona de fracturamiento distensivo (graben ?). Junto con este importante sistema de vetas intracaldera se desarrolla una faja amplia, con irregular alteración hidrotermal esencialmente filica (y hasta turmalínica en algunos sectores de la mina Animas) en profundidad, silíceo en superficie y propilítica en las márgenes del sistema. El metasomatismo fue particularmente penetrativo dentro de la brecha basal de la secuencia volcánica que rellena la caldera, sobre todo en ciertos tramos muy fracturados del campo filoniano (por ejemplo en el "masivo" San Juan y el recorte Rosario-Burton) que resultan ser asimismo zonas de denso "vetilleo" y de disseminación metalífera. El potencial global inferido alcanza 80 Mt con 100 g/t Ag, 4 % Zn, 2 % Pb y 0,5 g/t Au como mínimo en los niveles sericitizados de moderada

O campo filoniano em seu conjunto, que está acompanhado em setores por disseminações do mineral no tufo, estende-se aparentemente até o lado oposto da depressão, ainda por explorar de modo sistemático. Está enriquecido em estanho (e, subsidiariamente, em W) na parte central da depressão, conforme a zonação geral dos metais e das alterações hidrotermais (desde a filica no jazimento propriamente dito até a propilítica em sua margens) ao redor do stock dacítico, também muito alterado de Huayna Porco. Este stock, possivelmente resurgente de idade miocênica superior, foi o foco mineralizador deste típico distrito polimetálico xeno a epitermal (Cunningham et al. 1994; Ahlfeld e Schneider-Scherbina, 1964; Riera et al. no prelo; GEOBOL, 1968).

O distrito Caldera Chocaya (Ag-[Pb-Zn-Sn-Au]) é uma caldeira vulcânica mesomiocênica de forma aproximadamente triangular e reduzido tamanho, porém de grande importância metalogênica. É ocupada por uma pilha piroclástica e lávica principalmente dacítica, intrudida por um domo resurgente central também dacítico. Em subsuperfície, é atravessada de sudoeste para nordeste por um feixe filoniano polimetálico com raízes no embasamento ordoviciano, muito rico (com célebres bonanzas) e zonado (com domínio de estanho no núcleo da seção NE Siete Suyos e de Ag-Pb [para cima]-Zn [para baixo] a SW em Gran Chocaya e Inocentes) ligado a uma zona de fraturamento distensivo (graben ?). Junto com este importante sistema de veios intracaldera, desenvolve-se um ampla faixa com alteração hidrotermal irregular essencialmente filica (e até turmalínica em alguns setores da mina Animas) em profundidade, silicosa em superfície e propilítica nas margens do sistema. O metasomatismo foi particularmente penetrativo dentro da brecha basal da seqüência vulcânica que preenche a caldeira, sobretudo em certas tramas muito fraturadas do campo filoniano (por exemplo, no "maçico" San Juan e o recorte Rosario-Burton) que resultam ser, assim mesmo, zonas de denso "venulamento" e de disseminação metalífera. O potencial global inferido alcança 80 Mt com 100 g/t Ag, 4% Zn, 2% Pb e 0,5 g/t Au, como mínimo nos níveis sericitizados de moderada

En San Vicente-Monserrat (Ag-Zn-[Pb-Cu-Sn]) (Bolivia), se encuentra esta interesante área polimetálica que se extiende en una y otra parte del eje constituido por la megafalla inversa longitudinal San Vicente a lo largo de la cual el bloque paleozoico (ordovícico a escala local) de la Cordillera Oriental cabalga sobre el borde de la cuenca cenozoica del Altiplano. Los yacimientos conocidos en el sector se concentran dentro de su parte meridional en el techo, inyectado por diques y "plugs" de pórfidos dacíticos eomiocenos más o menos sericitizados, y por intrusiones mayores no expuestas pero presumidas también ácidas y de edad miocena inferior. Los principales (distrito San Vicente-Monserrat) se alinean hacia el oeste al piso de la falla San Vicente, en conglomerados continentales sintectónicos muy fracturados de la Formación oligo-miocena homónima. Se trata de un vasto conjunto de filones transversales a diagonales con bonanzas en sus intersecciones, de haces de vetillas (San Vicente), de stockworks (Monserrat) y localmente de disseminaciones xeno a epitermales de plata y metales de base con proporciones mucho menores de estaño, bismuto y oro, los que hasta la fecha sólo han sido explotados superficialmente. En el caso del distrito San Vicente la zonación metálica y metasomática vertical (Ag-Pb-[Au], Zn-Cu-Sn-[In] y silicificación-argilitización, alteración fílica hacia abajo) permite esperar la presencia en profundidad de algunas decenas de millones de toneladas de mena vetiforme y accesoriamente disseminada enriquecida en cinc dentro de sedimentos terciarios o de stocks subvolcánicos con alteración sericítica penetrativa.

El yacimiento Monserrat tendría recursos de 3 Mt, con 316 g/t Ag y 5,42% Zn. Sin embargo, según ciertos autores, los recursos minerales serían del orden de 17 Mt con 150 g/t Ag y 0,3 g/t Au (Baldellón et al. [eds.], op. cit.; JICA-MMAJ 1977 y 1978-1979; Pinto 1989 a y b; Ahlfeld y Schneider-Scherbina, op. cit.; Sillitoe, op. cit.; USGS-GEOBOL 1992).

profundidade (Riera *et al.* 1993; JICA-MMAJ, 1980; Pinto, 1988, Schneider-Scherbina, 1964; COMIBOL, 1993; Sillitoe, 1988).

Em San Vicente-Monserrat (Ag-Zn-[Pb-Cu-Sn]) na Bolívia, encontra-se uma interessante área polimetálica que se estende para uma e outra parte do eixo constituído pela megafalla inversa longitudinal San Vicente, ao longo da qual o bloco paleozóico (ordoviciano em escala local) da Cordilheira Oriental cavalga sobre o bordo da bacia cenozóica do Altiplano. Os jazimentos conhecidos no setor, concentram-se dentro sua parte sul, no teto injetado por diques e *plugs* de dacitos pórfiros eomiocenos mais ou menos sericitizados, e por intrusões maiores não expostas, porém presumivelmente também ácidas e de idade miocênica inferior. Os principais jazimentos (distrito San Vicente-Monserrat), alinham-se para oeste no piso da falha San Vicente, em conglomerados continentais sintectônicos muito fraturados da formação oligo-miocênica homônima. Trata-se de um vasto conjunto de filões transversais a diagonais com *bonanzas* em suas intersecções, de feixe de vênulas (San Vicente), de *stockworks* (Monserrat) e, localmente, de disseminações xeno a epitermais de prata e metais básicos com proporções muito menores de estanho, bismuto e ouro, que até a presente data, só têm sido explotados superficialmente. No caso do distrito San Vicente, a zonación metálica e metassomática vertical (Ag-Pb-[Au], Zn-Cu-Sn-[In] e silicificação-argilização, alteração fílica para baixo) permite esperar a presença em profundidade, de algumas dezenas de milhões de toneladas de minério vetiforme e, acessoriamente, disseminado, enriquecido em zinco dentro dos sedimentos terciários ou de *stocks* subvolcánicos com alteração sericítica penetrativa.

O jazimento de Monserrat teria recursos de 3 Mt com 316 g/t Ag e 5,42% Zn. Porém, segundo certos autores, os recursos minerales seriam da ordem de 17 Mt com 150 g/t Ag e 0,3 g/t Au (Baldellón *et al. no prelo*); JICA-MMAJ, 1977 e 1978-1979; Pinto, 1989; Ahlfelds e Schneider-Scherbina, 1964; Sillitoe, 1988; USGS-GEOBOL, 1992).

profundidad (Riera, Troeng y Díaz [eds.], op. cit.; JICA-MMAJ 1980; Pinto 1988c; Ahlfeld y Schneider-Scherbina, op. cit.; COMIBOL 1993; Sillitoe 1988).

PROVINCIA GUAPORÉ

La Provincia Guapore (Cratón Guapore) representa tan sólo el borde occidental del Escudo Central Brasileiro. La región puede ser considerada como un glacis de erosión, o como una penillanura laterítica formada a fines del Terciario y sobrepuesta a toda la secuencia proterozoica.

En el borde meridional del Cratón de Guaporé, se desarrollan sobre las rocas proterozoicas las denominadas Sierras Chiquitanas, constituidas por secuencias paleozoicas y mesozoicas. Estas serranías, si bien están estrechamente relacionadas al cratón, forman parte, junto con la llanura adyacente, de la provincia geológica Sierras y Llanura Chiquitana.

En el Proyecto Precámbrico (1976-83), se hace relación al horizonte grafítico en la Faja de Esquistos de San Ignacio como portador de oro, que se encuentra concentrado en vetas de cuarzo intruyendo las fajas de esquistos durante la Orogenia San Ignacio. Hay concentraciones secundarias en aluvio cuaternario en pequeña escala. Venas ricas en manganeso están presentes en Serranía San Simón. Columbita-tantalita, berilo y grandes placas de moscovita se encuentran en algunas pegmatitas que fueron intruidas durante la Orogenia Sunsás en las fajas de esquistos del Supergrupo San Ignacio dentro de los límites del Orógeno. La meteorización posterior en ellas produjo reservas sustanciales de caolín. En las mismas pegmatitas, en el área de Ascención de Guarayos, se encuentra casiterita y depósitos aluviales derivados. Bandas de gabro magnetito-cuprífero trazables por más de 10 km conteniendo bornita y calcosina fueron formadas en el Complejo Rincón del Tigre durante la misma orogenia. En el Ciclo Brasileiro, cuerpos estratiformes de manganeso-hierro se desarrollaron en el Grupo Boquí, y depósitos de amatista/citrino de alta calidad, se produjeron en zonas de silicificación a lo largo de fallas mayores cortando la Formación Murciélago. La pequeña

PROVINCIA GUAPORÉ

A Provincia Guaporé (Cratón Guaporé) representa o bordo ocidental do Escudo Central Brasileiro. A região pode ser considerada como um *glacis* de erosão ou como uma superfície laterítica formada ao final do Terciário, sobreposta a toda a seqüência proterozóica.

No bordo meridional do Cratón do Guaporé exposto no mapa, desenvolvem-se sobre as rochas proterozóicas as denominadas Serras Chiquitanas, constituídas por seqüências paleozóicas e mesozóicas. Essas serras, estreitamente relacionadas ao cratón, formam, junto com a superfície plana adjacente, a província geológica Serras e Planície Chiquitanas.

No Projeto Precámbrico (1976-1983) é feita referência ao horizonte grafítico da Faixa de Xistos de San Ignacio como portador de ouro, que ocorre em veios de quartzo que cortaram as faixas de xistos durante a Orogenia San Ignacio. Existem concentrações secundárias de ouro, em pequena escala, nas aluviões quaternárias. Veios ricos em manganês ocorrem na Serra de San Simón. Alguns pegmatitos com columbita-tantalita, berilo e grandes placas de moscovita intrudiram as faixas de xistos do Supergrupo San Ignacio durante a Orogenia Sunsás. A meteorização posterior desses pegmatitos produziu reservas substanciais de caulim. Esses mesmos pegmatitos, na área de Ascención de Guarayos, são portadores de cassiterita, com depósitos aluviais derivados. Rochas gabróicas com bandas de magnetita e cobre que podem ser seguidas por mais de 10 km contendo bornita, calcosina foram formadas no Complexo Rincón del Tigre durante a mesma orogenia. No Ciclo Brasileiro corpos estratiformes de Fe-Mn desenvolveram-se no Grupo Boquí, e depósitos de ametista/citrino de alta qualidade, se formaram ao longo das falhas maiores que cortam a Formação Murciélago. A pequena

mineralización cuprífera cercana a la discordancia del Grupo Tucavaca en las proximidades de San José está provisionalmente asignada a este ciclo. El Complejo Carbonático Mesozoico del Cerro Manomó contiene concentraciones de uranio, torio, tierras raras, niobio y fosfatos, mientras que la mineralización de manganeso, ocurre en un filón silíceo de la Serranía Huanchaca. Ciclos de erosión terciarios han producido concentraciones secundarias de níquel sobre rocas ultramáficas del Complejo Rincón del Tigre. Se cuenta también con bauxita ferruginosa, cromita, granates tipo piropo de afinidad kimberlítica, concentraciones de granate, cianita, sillimanita, estauroлита, feldespato y cuarzo, además de balastro, piedras de construcción, piedras ornamentales y de afilar, arcilla, caliza, arena y grava.

En Bolivia el Mesoproterozoico-Neoproterozoico Plutónico incluye yacimientos volcánico-sedimentarios (de sulfuros masivos volcanogénicos y/o sedex). Entre los yacimientos asociados a intrusiones ultramáficas a máficas en Bolivia se puede citar Rincón del Tigre. El Complejo Igneo Rincón del Tigre (Ni-Pd-Pt) es un megasill bandeado por lo esencial ultramáfico a máfico, sintectónicamente intruido y luego plegado a principios del Proterozoico superior, durante la orogénesis Sunsas, en la extremidad SE de la faja polimetálica homónima y dotado de una espesa unidad ultramáfica inferior (dunitas serpentinizadas) enriquecida en níquel. La unidad máfica suprayacente incluye un miembro gabroico rico en magnetita y en cobre, paladio y platino. Además de constituir el único representante sudamericano con potencial tangible en platinoides de un tipo de intrusiones mundialmente conocido por sus recursos en metales siderófilos y calcófilos, este complejo contiene localmente reservas subaflorantes considerables de Ni laterítico (Cerro Pelón): tales concentraciones residuales ocurren dentro de saprolitas oligo-miocenas generadas por varios ciclos de meteorización de las dunitas níquelíferas (Annells y Burton, 1984, Litherland et al. 1986, Shaw 1985, O'Connor 2000).

mineralização cuprífera próxima à discordância do Grupo Tucavaca nas proximidades de San José, foi provisoriamente relacionada a este ciclo. O Complexo Carbonático Mesozóico do Cerro Manomó contém concentrações de urânio, tório, terras raras, nióbio e fosfatos, enquanto a mineralização de manganês ocorre em um filão silíceo da Serra de Huanchaca. Os ciclos de erosão terciários produziram concentrações secundárias de níquel sobre as rochas ultramáficas do Complexo Rincón del Tigre. Ocorrem também bauxita ferruginosa, cromita, granadas tipo piropo de afinidade kimberlítica, concentrações de granada, cianita, sillimanita, estauroлита, feldspato e quartzo, além de brita, pedras para construção, pedras ornamentais e de amolar, argila, calcário, areia e cascalho.

Na Bolívia, o Mesoproterozóico-Neoproterozóico plutônico inclui jazimentos vulcânico-sedimentares (de sulfetos maciços volcanogénicos e/ou sedex). Entre os jazimentos associados as intrusões máfico-ultramáficas pode-se citar Rincón del Tigre (Ni-Pt-Pd). O Complexo Igneo Rincón del Tigre (Ni-Pd-Pt) é um *megasill* bandado essencialmente ultramáfico a máfico, sintectonicamente intruído e logo dobrado no início do Proterozóico Superior durante a orogénesis Sunsas, e dotado de uma espessa unidade ultramáfica inferior (dunitos serpentinizados) enriquecida em níquel. A unidade máfica sobrejacente inclui um membro gabroico rico em magnetita e cobre, platina e paládio. Além de constituir o único representante sul-americano com potencial tangível em platinóides de um tipo de intrusão mundialmente conhecida por seus recursos em metais siderófilos e calcófilos, este complexo contém, localmente, reservas subaflorantes consideráveis de Ni laterítico (Cerro Pelón). Tais concentrações residuais ocorrem dentro de saprolitos oligo-miocênicos gerados por vários ciclos de meteorização dos dunitos níquelíferos (Annells & Burton, 1984; Litherland *et al.* 1986; Shaw, 1985; O'Connor, 2000).

Asimismo, las áreas para albergar yacimientos estratoligados de tipo Mississippi Valley se encuentran en franjas litorales de la cuenca Tucavaca–Murciélago (Zn-Pb), muy extensa sucesión de afloramientos calcáreos conspicuos de los Grupos neoproterozoicos Tucavaca y Murciélago del Supergrupo brasiliano Chiquitos, al acercarse a la cuenca troncal Paraguay–Araguaia. Estos estratos de carbonatos, considerados contemporáneos por Litherland *et al.* (1986), se emplazaron sobre una elongada plataforma marina epicontinental. Las dos unidades litoestratigráficas incluidas en el área prospectiva por sus rasgos evocadores que sugieren un ambiente de tipo Mississippi Valley son: a) hacia el oeste, las calizas criptoalgales dolomitizadas y finamente laminadas (probablemente por ritmitas de cristalización diagenética [DCR]) de la Formación intermedia Pororó del Grupo Tucavaca, b) hacia el este, las calizas arrecifales también algales y finamente laminadas y en lugares brechificadas del Grupo Murciélago. Es dentro de las Calizas Pororo que han sido identificados y reconocidos a nivel preliminar los primeros y hasta la fecha únicos indicios comprobados de mineralización plumbo–cincífera estratoligada del tipo Mississippi Valley hallados en Bolivia (prospecto Bocamina y otros menores), señalados por concentraciones fisurales secundarias de metales de base removilizados por el fallamiento de la orogénesis brasiliana (Emicruz, *inf. inéd.*). Toda esta zona mineralizada se destaca como blanco exploratorio.

En el Mesoproterozoico–Neoproterozoico sedimentario a metasedimentario indiferenciado se destaca el distrito Don Mario (Au-Cu-[Ag]). La mineralización se halla dentro de la Formación Cristal, una serie mesoproterozoica de esquistos metapelíticos, metareníticos y metadolomíticos perteneciente al Supergrupo San Ignacio, que ha sido afectada por un metamorfismo regional de medio grado seguido por un metamorfismo de contacto de bajo grado durante el evento termal Sunsas. En el sector Don Mario esta secuencia consiste, del piso al techo, en esquistos moscovíticos, silíceos (con magnetita por trechos) que incluyen delgados horizontes basales de

Do mesmo modo, as áreas para conter jazimentos estratoligados do tipo Mississippi Valley encontram-se nas franjas litorais da bacia Tucava-Murciélago (Zn-Pb), uma extensa sucessão de afloramentos calcários pertencentes aos grupos Tucavaca e Murciélago do Supergrupo Chiquitos (Neoproterozóico), ao aproximar-se da bacia troncal Paraguai-Araguaia. Essas camadas de carbonatos consideradas contemporâneas por Litherland *et al.* (1986), depositaram-se sobre uma plataforma marinha epicontinental alongada. As duas unidades litoestratigráficas incluídas na área prospectiva por seus caracteres que sugerem um ambiente do tipo Mississippi Valley são: a) para oeste, os calcários criptoalgais dolomitizados e finamente laminados (provavelmente por ritmitos de cristalização diagenética [DCR]) da formação intermediária Pororó do Grupo Tucavaca; b) para leste, os calcários recifais também algais e laminados e em lugares brechados do Grupo Murciélago. Dentro dos Calcários Pororó foram identificados e reconhecidos a nível preliminar, os primeiros e, até agora, únicos indícios comprovados de mineralização plumbo-zincífera do tipo Mississippi Valley achados na Bolívia (prospecto Bocaina e outros menores). Caracterizam-se por concentrações fissurais secundárias de metais básicos removilizados por falhamentos da orogênesis brasiliana (Emicruz, *inf. verbal*). Toda essa zona mineralizada destaca-se como alvo exploratório.

No Mesoproterozóico–Neoproterozóico sedimentar a metassedimentar indiferenciado destaca-se o distrito Don Mario (Au-Cu-[Ag]). A mineralização ocorre na Formação Cristal, uma série mesoproterozóica de xistos metapelíticos, metareníticos e metadolomíticos pertencentes ao Supergrupo San Ignacio, que foi afetado por metamorfismo regional de médio grau, seguido por um metamorfismo de contato de baixo grau durante o evento termal Sunsas. No setor Don Mario esta seqüência consiste, da base ao topo, em muscovita xistos, xistos silicosos (com zonas de magnetita), que incluem delgados horizontes basais de

metaconglomerados, tremolíticos (actinolíticos), cloríticos, cordieríticos y magnetíticos con una variedad de silicatos y carbonatos magnesianos y cálcicos, y anfibolitas interestratificadas con rocas actinolíticas y dolomíticas. Dentro de la serie ocurren muchos sills de pegmatita mesoproterozoica Sunsas. Estos sills se hacen más numerosos hacia el O, donde una estructura anticlinal está intruida por un cuerpo leucogranítico aparentemente coetáneo, que parece ser el responsable del metamorfismo de contacto de la Formación Cristal.

El distrito se localiza en la intersección de un lineamiento y de una falla regional. A escala local, la estructura que controla la mineralización es el eje del sinclinal asimétrico de la Serranía Cristal. Los sedimentos carbonáticos y arenopeliticos mesoproterozoicos parecen haber sido singenéticamente preenriquecidos en metales de base y preciosos diseminados (sobre todo Fe, Cu, Au) de filiación presumiblemente sedimentario-exhalativa. Esta mineralización primaria ha sido más tarde parcialmente removilizada y localmente reconcentrada epigenéticamente durante el episodio Sunsas, dando origen a un gran cuerpo metalífero en forma de *saddle reef* invertido, que encierra una red densa de vetillas estratoligadas mesotermales enriquecidas dentro de las capas sedimentarias superiores premineralizadas (ferruginosas) del segmento de la charnela sinclinal fuertemente engrosado y fracturado, cuyo levantamiento formó el cerro Don Mario.

El cuerpo metalífero Don Mario, en esquistos silíceos y tremolíticos y en anfibolitas, contiene sulfuros de metales de base auríferos y levemente argentíferos (calcopirita, pirita, galena, esfalerita y pirrotina) en ganga de cuarzo, hematita, magnetita, carbonatos y silicatos magnesianos y cálcicos de metamorfismo. Una mena polimetálica de Cu-Au-Ag, asociada a rocas ferruginosas metadolomíticas y metapelíticas, predomina en la zona central y noroccidental, en tanto que otra solamente aurífera, hospedada en metaareniscas ferruginosas, aparece en un nivel más bajo en el extremo sudoriental.

metaconglomerados tremolíticos (actinolíticos), cloríticos, cordieríticos e magnetíticos con una variedad de silicatos e carbonatos magnesianos e cálcicos, e anfibolitos interestratificados con rocas actinolíticos e dolomíticas. Dentro da série ocorrem pegmatitos mesoproterozóicos da orogenia Sunsas. Esses pegmatitos são mais numerosos para oeste, onde uma estrutura anticlinal está intrudida por um corpo leucogranítico aparentemente contemporâneo, que parece ser responsável pelo metamorfismo de contato da Formação Cristal.

O distrito localiza-se na intersecção de um lineamento e de uma falha regional. Em escala local, a estrutura que controla a mineralização é o eixo da sinclinal assimétrica da Serra do Cristal. Os sedimentos carbonáticos e arenopeliticos mesoproterozóicos parecem ter sido singeneticamente enriquecidos em metais básicos e preciosos diseminados (sobretudo Fe, Cu, Au) de filiação presumivelmente sedimentar-exalativa. Esta mineralização primária foi, mais tarde, parcialmente remobilizada e localmente reconcentrada epigeneticamente durante o episódio Sunsas, dando origem a um grande corpo metalífero em forma de *saddle reef* invertido, que encerra uma densa rede de vênulas *strata-bound* mesotermiais, enriquecidas dentro das camadas sedimentares superiores pré-mineralizadas (ferruginosas) do segmento da charneira da sinclinal bastante espessado e fraturado, e cujo levantamento formou o cerro Don Mario.

O corpo metalífero Don Mario ocorrem xistos silíceos e tremolíticos e em anfibolitos, e contém sulfetos de metais básicos auríferos e levemente argentíferos (calcopirita, pirita, galena, esfalerita e pirrotina) em ganga de quartzo, hematita, magnetita, carbonatos e silicatos magnesianos e cálcicos de metamorfismo. Uma corpo de minério polimetálico com Cu-Au-Ag, associado a rochas ferruginosas metadolomíticas e metapelíticas, predomina na zona central e noroeste, enquanto outro somente aurífero, em metarenitos ferruginosos, aparece em um nível mais baixo, no extremo sudeste.

Los recursos geológicos del cuerpo mineralizado Don Mario, cuantificadas por medio de varios miles de metros de perforaciones a diamantina, suman unos 42 Mt con 2,5 g/t Au, 50 g/t Ag y 1% Cu, tomando adicionalmente en cuenta los gossans que encapan la mayor parte de las colinas de la Serranía del cerro Cristal.

En la región de San Ramón, se cuenta con áreas favorables para albergar depósitos exhalativo-sedimentarios de oro (\pm cinc). El área incluye recursos identificados en el depósito Puquio Norte y otras ocurrencias minerales, y recursos hipotéticos (no descubiertos) en mineralizaciones que son similares a los cuerpos de mineral conocidos, y que se podría razonablemente esperar encontrarse dentro del área.

El depósito Puquio Norte, fue descubierto por COMSUR en 1988, es un ejemplo típico de mineralización exhalativo-sedimentaria. Este depósito contiene aproximadamente 2,2 Mt de mena oxidada, con aproximadamente 2,7 g/t Au, y cerca de 1,7 Mt mineral sulfuroso con aproximadamente 6 g/t Au (Gustavson Associates et al. 1992; COMSUR, com.pers.). Varias otras ocurrencias menores son conocidas en este distrito. El oro se encuentra diseminado en acumulaciones estratoligadas, hospedadas en metachert exhalativo y en vetillas de cuarzo-carbonato, que cortan al metachert.

Cuerpos compuestos de chert exhalativo ocurren en, o cerca de, la base de la unidad de filita grafitica del Grupo Naranjal, en una asociación general con volcanitas silíceas muy alteradas. El chert es negro y muestra estratificación composicional, o es masivo.

Es común la presencia de brechas singenéticas en los tipos no estratificados. Brecha del tipo "chert in chert" es frecuente, donde el chert con sulfuros diseminados normalmente forma la matriz chert masivo o brechado se alterna con los tipos estratificados o laminados. El rutilo es el mineral accesorio típico en el chert. En las variedades estratificadas, el chert está interbandeado con hematita y contiene magnetita accesoría (formación ferrífera bandeada, "BIF"), con sedimentos

Os recursos geológicos do corpo mineralizado Don Mario, quantificados por meio da milhares de metros de perfuração a diamante, somam 42 Mt com 2,5 g/t Au, 50 g/t Ag e 1% Cu, levando também em conta os gossans que recobrem a maioria das colinas da Serra do Cristal.

Na região de San Ramón conta com áreas favoráveis para abrigar depósitos sedimentares exalativos de ouro (\pm zinco). Esta área inclui recursos identificados no depósito Puquio Norte e outras ocorrências minerais, e recursos hipotéticos (não descobertos) em mineralizações que são similares aos corpos minerais conhecidos, e que se poderia esperar serem encontradas na área.

O depósito Puquio Norte foi descoberto pela COMSUR em 1988, e é uma exemplo típico de mineralização sedimentar-exalativa. Este depósito contém aproximadamente 2,2 Mt de minério oxidado, com aproximadamente 2,7 g/t Au, e cerca de 1,7 Mt de minério sulfetado com cerca de 6 g/t (Gustavson Associates et al. 1992; COMSUR, com. verbal). Várias outras ocorrências são conhecidas neste distrito. O ouro encontra-se disseminado em acumulações *strata-bound*, hospedadas em *metachert* exalativo e em vênulas de quartzo-carbonato que cortam o *metachert*.

Corpos compostos de *chert* exalativo ocorrem em, ou próximo, a base da unidade de filito grafitoso do Grupo Naranjal, em uma associação geral com vulcânicas ácidas muito alteradas. O *chert* é preto e mostra estratificação composicional, ou é maço.

É comum a presença de brechas singenéticas nos tipos não estratificados. Brecha do tipo "*chert in chert*" é frequente, onde o *chert* com sulfetos disseminados normalmente forma a matriz e o *chert* maço ou brechado se alterna com os tipos estratificados ou laminados. O rutilo é o mineral acessório típico no *chert*. Nas variedades estratificadas, o *chert* está interestratificado com hematita e contém magnetita acessória (formação ferrífera bandada - BIF), com sedimentos

metalíferos, o interlaminada con sulfuros masivos donde predomina la pirrotina (facies sulfurada de BIF). Existe una facies carbonática, interestratificada con óxidos de hierro-BIF en el depósito Puquio Norte. El análisis de una muestra BIF contiene 40-60% SiO₂, 21-42% Fe₂O₃, 1-3% MnO, 1-4% MgO, 2-8% CaO y menos del 0,1% de K₂O y Na₂O. Las variedades bandeadas de chert se encuentran en el tope o periferia de los compuestos cuerpos de chert, cuando ellos pasan a filitas negras interestratificadas con sulfuros masivos dominados por pirrotina.

Esquistos con sericita + moscovita ricos en aluminio y bario se hallan en los márgenes de los cuerpos de chert y aparentemente en forma independiente en varios niveles estratigráficos. Localmente, estos esquistos están interlaminados con hematita, o contienen abundante turmalina.

Los minerales observados en las ocurrencias incluyen: oro nativo, arsenopirita, calcopirita, pirita, esfalerita, pirrotina y marcasita. El patrón geoquímico, además de contenidos elevados de Ag, Au, As, Ba, Cu, Fe, Mn y Zn, incluye contenidos levemente anómalos de Co, Cr, Ni, Pb y Sb. La razón Ag/Au varía entre 0,3 y 60. El contenido de plata es generalmente bajo. Las mayores concentraciones de oro están asociadas espacialmente con mayores acumulaciones de arsénico. Aún cuando aparecen concentraciones anómalas de oro en todos los tipos de chert, sólo existen concentraciones de interés económico en el chert masivo o brechado y en la formación ferrífera bandeada. Puede postularse una zonalidad de minerales en base a las observaciones existentes. Una secuencia que se extiende hacia fuera de una zona de alimentación postulada incluye: oro+arsenopirita+pirrotina (calcopirita-pirita) en chert.

PROVINCIA PARAGUAY y TEBICUARY

La Provincia Paraguay y Tebicuary se presenta en dos áreas distintas, a lo largo del río Paraguay, en la región limítrofe Bolivia, Brasil y Paraguay. Está formada por (1) dos bloques cratónicos (Rios Apa y Tebicuary); (2) por la Faja Plegada Paraguay y unidades de plataformas correspondientes, de edad brasiliana; y (3) por coberturas sedimentarias cenozoicas.

metalíferos, ou interlaminada com sulfetos maçicos, onde predomina a pirrotina (fácies sulfetada do BIF). Existe uma fácies carbonática, interestratificada com óxidos de ferro – BIF no depósito de Puquio Norte. A análise de uma amostra de BIF contém 40-60% SiO₂, 21-42% Fe₂O₃, 1-3% MnO, 1-4% MgO, 2-8% CaO e <0,1% de K₂O e Na₂O. As variedades bandadas de *chert* encontram-se no topo ou periferia dos corpos compostos de *chert*, quando eles passam a filitas pretas interestratificadas com sulfetos maçicos dominados por pirrotina.

Xistos com sericita + muscovita ricos em alumínio e bário se acham nas margens dos corpos de *chert* e, aparentemente, de forma independente em vários níveis estratigráficos. Localmente, esses xistos estão interlaminados com hematita ou contém abundante turmalina.

Os minerais observados nas ocorrências incluem: ouro nativo, arsenopirita, calcopirita, pirita, esfalerita, pirrotina e marcassita. O padrão geoquímico, além dos conteúdos elevados de Ag, Au, As, Ba, Cu, Fe, Mn e Zn, inclui teores levemente anômalos de Co, Cr, Ni, Pb e Sr. A razão Ag/Au varia entre 0,6 a 60. O conteúdo de prata é normalmente baixo. As maiores concentrações de ouro estão associadas espacialmente com as maiores acumulações de arsênio. Ainda que apareçam concentrações anômalas de ouro em todos os tipos de *chert*, só existem concentrações de interesse econômico no *chert* maçico ou brechado e na formação ferrífera bandada. Pode-se sugerir uma zonalidade de minerais com base nas observações existentes. Uma seqüência que se estende para fora de uma zona de alimentação postulada compreende: ouro+arsenopirita+pirrotina (calcopirita+pirita) em *chert*.

PROVINCIA PARAGUAI E TEBICUARY

A Província Paraguai e Tebicuary ocorrem em duas áreas distintas, ao longo do Rio Paraguai, na região limítrofe Bolívia, Brasil e Paraguai. É formada por (1) dois blocos cratônicos (Rios Apa e Tebicuary); (2) pela Faixa Dobrada Paraguai e unidades plataformais correspondentes, de idade brasiliana; e (3) por coberturas sedimentares cenozóicas.

Los bloques Rio Apa y Rio Tebicuary engloban las unidades más antiguas de la provincia, posiblemente de edad paleoproterozoica o arqueana. El Bloque Rio Apa está compuesto por el complejo homónimo (granitos, gneises, migmatitas); por una suite plutono-volcánica constituida por granitos y metavolcanitas ácidas a intermedias de edad isocrónica Rb/Sr de 1.650 ± 63 Ma (Suite Centurión o Complejo Amoguijá); y por rocas metasedimentarias clásticas del Grupo San Luis. El Bloque Rio Tebicuary que se expone en el Alto de Caapucu al sudeste de Asunción (PA), incluye rocas del Grupo Rio Tebicuary (cuarcitas, gneises, esquistos, serpentinitas, *greenstones*) de edad paleoproterozoica / arqueana, que están sobrepuestas, en discordancia angular, por rocas metasedimentarias clásticas del Grupo Paso Pindó, y por rocas metavolcánicas básicas del Grupo Villa Floresta de edad meso/neoproterozoica.

En el borde este del Bloque Rio Apa, se desarrolló durante el Neoproterozoico la Cuenca de Corumbá (Grupo Corumbá). En la base de esta cuenca se encontraron las diamictitas de la Formación Puga, posiblemente contemporáneas de las formaciones ferríferas y manganesíferas del Grupo Jacadigo. La sedimentación de esta cuenca se inicia con unidades predominantemente terrígenas (Formaciones Cadieus y Cerradinho) depositadas en ambiente de cuenca confinada. Con la elevación del nivel del mar la sedimentación sufre relativa expansión, resultando su depositación sobre el Bloque Rio Apa. Esta fase está representada por las dolomías estromatolíticas de la Formación Bocaina, en tanto que más al este, en condiciones oceánicas, se depositaron calizas calcíticas ricas en materia orgánica y lutitas carbonosas (Formación Tamego). Sobre esta última formación ocurre un espeso paquete de lutitas (Formación Guaicurus). Estas diferentes unidades que forman el Grupo Corumbá, se presentan como una cobertura de cratón sobre el Bloque Rio Apa, en tanto que al este se muestran falladas y plegadas, con vergencia tectónica hacia el oeste, en el sentido del bloque cratónico. En este sector de la faja se halla la Formación Araras, caracterizada por la distribución homogénea de facies carbonáticas. Esta estructura más

Os blocos Rio Apa e Rio Tebicuary englobam as unidades mais antigas da província, possivelmente de idade paleoproterozóica ou arqueana. O Bloco Rio Apa é composto pelo complexo homónimo (granitos, gnaisses, migmatitos); por uma suíte plutono-vulcânica constituída de granitos e metavulcánicas ácidas a intermediárias de idade isocrónica Rb/Sr de 1.650 ± 63 Ma (Suíte Centurión ou Complexo Amoguijá); e por rochas metassedimentares clásticas do Grupo San Luís. O Bloco Rio Tebicuary que se expõe no Alto de Caapucu a sudeste de Asunción (PA), inclui rochas do Grupo Rio Tebicuary (quartzitos, gnaisses, xistos, serpentinitos, *greenstones*) de idade paleoproterozóica/ arqueana, que são sobrepostas, em discordância angular, por rochas metassedimentares clásticas do Grupo Paso Pindó, e por rochas metavulcánicas básicas do Grupo Villa Floresta de idade meso/neoproterozóica.

Na borda leste do Bloco Rio Apa, desenvolveu-se durante o Neoproterozóico a Bacia de Corumbá (Grupo Corumbá). Na base dessa bacia são encontrados os diamictitos da Formação Puga, possivelmente contemporâneos das formações ferríferas e manganesíferas do Grupo Jacadigo. A sedimentação desta bacia inicia por unidades predominantemente terrígenas (formações Cadieus e Cerradinho) depositadas em ambiente de bacia confinada. Com a elevação do nível do mar a sedimentação sofre relativa expansão, resultando na sua deposição sobre o Bloco Rio Apa. Esta fase, está representada pelos dolomitos estromatolíticos da Formação Bocaina, enquanto, mais a leste, em condições oceánicas, são depositados calcários calcíticos ricos em matéria orgânica e folhelhos carbonosos (Formação Tamego). Sobre essa última formação ocorre espesso pacote de folhelhos (Formação Guaicurus). Essas diferentes unidades que formam o Grupo Corumbá, apresentam-se como uma cobertura cratônica sobre o Bloco Rio Apa, enquanto a leste deste, mostram-se falhadas e dobradas, com vergência tectônica para oeste, no sentido do bloco cratônico. Neste setor da faixa ocorre a Formação Araras, caracterizada por distribuição homogênea de fácies carbonáticas. Esta estrutura mais

plegada ha sido identificada como la Faja de Plegamientos Paraguay, de evolución vendiana (650-550 Ma), la cual, de forma discontinua, se prolonga hacia el norte. En la porción más deformada de la faja afloran filitas, esquistos y metaconglomerados del Grupo Cuiabá, además de granitos posttectónicos con edades en torno a los 500 millones de años.

En Paraguay, en la porción meridional del Bloque Rio Apa, afloran rocas clástico-carbonáticas del Grupo Itapucumi que son cortadas por rocas plutono-volcánicas ácidas a intermedias (Suite San Ramón). Este magmatismo es considerado como un evento sin a post tectónico del ciclo Brasileño.

El área fue afectada por notable evolución cuaternaria con desarrollo de la extensa planicie inundable de Pantanal. Sobre los sedimentos arenosos de esta planicie ocurren calcretes del Pleistoceno (Formación Xaraiés).

La Provincia Paraguay y Tebicuary es productora principalmente de hierro, manganeso, oro, calizas, dolomías, mármoles y diamantes.

Los depósitos de hierro y manganeso de Urucum-Mutum, en la frontera Brasil-Bolivia, constituyen los depósitos de mayor expresión de la Provincia Paraguay y Tebicuary. Son conocidos desde el siglo pasado, y corresponden a elevaciones topográficas destacadas sobre la planicie del río Paraguay, caracterizadas por la sierra de Rabicho, morro Grande, sierra de Santa Cruz, morro de Urucum y sierra de Jacadigo. La extensión de los depósitos ferríferos y manganésíferos hacia el oeste, en Bolivia, abarca la sierra de Mutum (Haralyi & Walde, 1986).

Estos yacimientos están asociados a las rocas sedimentarias del Grupo Jacadigo que rellenan una estructura extensional neoproterozoica, el Graben de Corumbá. Este Grupo está dividido en tres Formaciones: Formación Urucum, que comprende conglomerados y arcosas; Formación Córrego das Pedras, una unidad intermedia formada por conglomerados y arcosas rojizas, enriquecidos en hematita; y Formación Banda Alta o Santa Cruz,

dobrada tem sido identificada com a Faixa de Dobramentos Paraguai, de evolução vendiana (650-550 Ma), a qual, de forma descontínua, se prolonga para o norte. Na porção mais deformada da faixa, afloram filitos, xistos e metaconglomerados do Grupo Cuiabá, além de granitos pós-tectônicos com idade em torno de 500 Ma.

No Paraguai, na porção meridional do Bloco Rio Apa, afloram rochas clástico-carbonáticas do Grupo Itapucumi que são cortadas por rochas plutono-volcânicas ácidas a intermediárias (Suíte San Ramón). Este magmatismo é considerado como um evento sin- a pós-tectônico do ciclo Brasileiro.

A área foi palco de expressiva evolução quaternária com desenvolvimento da extensa planície inundável do Pantanal. Sob os sedimentos arenosos dessa planície ocorrem calcretes do Pleistoceno (Formação Xaraiés).

A Província Paraguai e Tebicuary é produtora, principalmente de ferro, manganês, ouro, calcários, dolomitos mármore e diamantes.

As jazidas de ferro e manganês de Urucum-Mutum, na fronteira Brasil-Bolívia, constituem os depósitos mais expressivos da Província Paraguai e Tebicuary. Elas são conhecidas desde o século passado, e correspondem a feições topográficas destacadas sobre a planície do rio Paraguai, caracterizadas pela serra do Rabicho, morro Grande, serra de Santa Cruz, morro do Urucum e serra de Jacadigo. A extensão das jazidas ferríferas e manganésíferas para oeste, na Bolívia, abrange a serra do Mutum (Haralyi & Walde, 1986).

Essas jazidas estão associadas às rochas sedimentares do Grupo Jacadigo que preenchem uma estrutura extensional neoproterozoica, o Graben de Corumbá. Este grupo é dividido em três formações: Formação Urucum, compreendendo conglomerados e arcóseos; Formação Córrego das Pedras, uma unidade intermediária formada por conglomerados e arcóseos avermelhados, enriquecidos em hematita; e Formação Banda Alta ou Santa Cruz,

que comprende jaspilitas con intercalaciones de capas manganíferas. Los conglomerados y arcosas de la Formación Urucum representan sedimentos de escarpas de falla que delimitan el graben. Las capas de jaspilita y manganeso son atribuidas a precipitación química de bandas alternadas de óxido de hierro y sílice. Entretanto, la secuencia jaspilítica está intercalada con muchas capas de diamictitas y arcosas con estructuras gradacionales, que fueron transformadas y sustituidas, parcial o totalmente, por óxido de hierro y sílice. Esto significa que la sedimentación siliciclástica persistió durante la fase de deposición química en forma de estratos turbidíticos o flujos gravitacionales subacuáticos (Dardenne, 1998).

La jaspilita pura que fue formada exclusivamente por precipitación química con alternancia de láminas de hematita y sílice se encuentra en la porción superior de la secuencia rítmica, que muestra de base a techo: conglomerado y diamictita ferruginosa; arcosa ferruginosa con estructuras gradacionales; lutita ferruginosa; y, finalmente, jaspilita pura finamente laminada con una textura ocelar debida a la presencia de numerosos pequeños nódulos rosados de sílice coloreados por películas de grano fino de hematita. Durante la alteración estos nódulos son lixiviados, resultando un aspecto vacuolar muy peculiar para estas jaspilitas. Los estratos de manganeso consisten principalmente en criptomelano; localmente se observa braunita, como en zonas del morro de Urucum o como nódulos en matriz caolínica o arenosa, en el morro de Rabicho.

Las reservas de los depósitos de Urucum (Brasil) - Mutum (Bolivia) totalizan 43.000 Mt de jaspilita, con tenores entre 50 y 58% Fe; 14.000 Mt de jaspilita con tenor inferior a 50% Fe; 1.050 Mt de mineral coluvial con tenores superiores a 60%; y 190 Mt de coluvio con tenor inferior a 60% (Haralyi & Barbour, 1976). Estos mismos autores estimaron en 380 Mt las reservas de manganeso del distrito.

En el norte de la provincia, en las cercanías de las ciudades de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento y Poconé,

comprendiendo jaspilitos con intercalaciones de capas manganíferas. Os conglomerados e arcóseos da Formação Urucum representam sedimentos de encosta ao longo da escarpas de falha que delimitam o graben. As capas de jaspilito e manganês são atribuídas a precipitação química de bandas alternadas de óxido de ferro e sílica. Entretanto, a seqüência jaspilítica está intercalada com muitas capas de diamictitos e arcóseos com estruturas gradacionais, que foram transformadas e substituídas, parcial ou totalmente, por óxido de ferro e sílica. Isto significa que a sedimentação siliciclástica persistiu durante a fase de deposição química na forma de capas turbidíticas ou fluxos gravitacionais subaquáticos (Dardenne, 1998).

O jaspilito puro que foi formado exclusivamente por precipitação química com alternância de lâminas de hematita e sílica ocorre na porção superior da seqüência rítmica, que mostra da base para o topo: conglomerado e diamictito ferruginoso; arcóseo ferruginoso com estruturas gradacionais; folhelho ferruginoso; e, finalmente, jaspilito puro finamente laminado com uma textura ocelar debida a presença de numerosos pequenos nódulos róseos de sílica coloridos por películas de grão fino de hematita. Durante a alteração esses nódulos são lixiviados, resultando num aspecto vacuolar muito peculiar deses jaspilitos. As capas de manganês consistem principalmente de criptomelana; localmente ocorre braunita, como em zonas do morro do Urucum ou como nódulos em matriz caolínica ou arenosa, no morro do Rabicho.

As reservas das jazidas de Urucum (Brasil) - Mutum (Bolívia) totalizam 43.000 Mt de jaspilito, com teores entre 50 e 58% Fe; 14.000 Mt de jaspilito com teor inferior a 50% Fe; 1.050 Mt de minério coluvial com teores acima de 60%; e 190 Mt de colúvios com teor abaixo de 60% (Haralyi & Barbour, 1976). Esses mesmos autores estimaram em 380 Mt as reservas de manganês do distrito.

No norte da província, nas cercanias das cidades de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Poconé,

región conocida como Baixada Cuiabana, se conocen pequeños depósitos de oro que se relacionan tanto con filitas y esquistos del Grupo Cuiabá como con las intrusiones graníticas postectónicas. Se distinguen tres tipos de depósitos en la región: 1) vetas de cuarzo o cuarzo-pirita, que cortan los esquistos; 2) enriquecimiento supergénico en lateritas; y 3) depósitos en *placers*. Aunque no se ha definido ningún yacimiento, los trabajos de garimpeiros, manual o semimecanizado, están esparcidos por toda la región, produciendo oro tanto los depósitos lateríticos como las vetas de cuarzo, con tenores recuperables del orden de $0,4 \text{ g Au} / \text{m}^3$ (Souza, 1988). En el período 1984/85 el distrito produjo $2,5 \text{ t} / \text{Au}$ a través de la extracción por garimpeiros.

Las rocas del Grupo Corumbá, particularmente la Formación Araras, concentran las mayores reservas de rocas carbonáticas de esta provincia; forman una faja discontinua en forma de arco, con cerca de 30 km de largo por 350 km de ancho, constituyendo la llamada Provincia Serrana. El cálculo de las reservas de rocas carbonáticas de esta formación, utilizando solamente la superficie aflorante de las rocas, evidencia que las calizas dolomíticas y dolomías, usadas como corrector de suelos y cal, totalizan cerca de 60 Mt. Para las calizas calcíticas usadas en la fabricación de cemento se ha estimado una reserva del orden de 800 millones de toneladas.

Se registran labores artesanales de diamante en los aluviones de diversos cursos de agua en la porción norte de la Provincia Paraguay y Tebicuary, como en los ríos Roncador (que drena basaltos de la Formación Serra Geral y areniscas Botucatu), arroyo de Cavallo, río Manso, además de otros cursos en la región Arenópolis-Nortelândia-Diamantino. En Nortelândia, en la Fazenda Camargo, se cubieron reservas medidas más indicadas de 200.000 m^3 de gravas diamantíferas en terrenos secos, con un tenor medio de $4,5 \text{ pts/m}^3$. Trabajos posteriores dimensionaron reservas adicionales de 450.000 m^3 de gravas diamantíferas en áreas periódicamente inundables, con tenores medios de $3,5 \text{ pts/m}^3$ (Carvalho *et al.* 1991).

região conhecida como Baixada Cuiabana, são conhecidos pequenos depósitos de ouro que se relacionam tanto aos filitos e xistos do Grupo Cuiabá como as intrusões graníticas pós-tectônicas. Três tipos de depósitos ocorrem na região: 1) veios de quartzo ou quartzo-pirita, que cortam os xistos; 2) enriquecimento supergênico em lateritas; e 3) depósitos em *placers*. Embora não tenha sido definida nenhuma jazida, os trabalhos de garimpagem, manual ou semimecanizado, estão espalhados por toda a região, produzindo ouro tanto dos depósitos lateríticos como de veios de quartzo, com teores recuperáveis da ordem de $0,4 \text{ gAu/m}^3$ (Souza, 1988). No período 1984/85 o distrito produziu $2,5 \text{ t/Au}$ por garimpagem.

As rochas do Grupo Corumbá, particularmente a Formação Araras, concentram as maiores reservas de rochas carbonáticas desta província; elas formam uma faixa descontínua em forma de arco, com cerca de 30 km de largura por 350 km de comprimento, constituindo a chamada Província Serrana. Cálculo das reservas de rochas carbonáticas desta formação, utilizando somente a superfície aflorante das rochas, evidencia que os calcários dolomíticos e dolomitos usados como corretivo de solos e cal, totalizam cerca 60 Mt. Para os calcários calcíticos usados no fabrico de cimento a estimava é de uma reserva da ordem de 800 Mt.

Garimpos de diamante são registrados nas aluviões de diversos cursos de água na porção norte da Província Paraguai e Tebicuary, como nos rios Roncador (que drena basaltos da Forma- Serra Geral e arenitos Botucatu), ribeirão do Cavallo, rio Manso, além de outros cursos na região Arenópolis-Nortelândia-Diamantino. Em Nortelândia, na Fazenda Camargo, foram cubadas reservas medidas mais indicadas de 200.000 m^3 de cascalhos diamantíferos em terraços secos, com teor médio de $4,5 \text{ pts/m}^3$. Trabalhos posteriores dimensionaram reservas adicionais de 450.000 m^3 de cascalho diamantífero, em áreas periodicamente inundáveis, com teores médios de $3,5 \text{ pts/m}^3$ (Carvalho *et al.* 1991).

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Ahlfeld, F. 1965. Investigaciones geológicas en Ayopaya. La Paz, *Bol. Inst. Bol. Petról.* v. 5 (3-4):52-62.
- Ahlfeld, F. e Schneider-Scherbina. 1964. Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia. La Paz, *Boletín DENAGEO*, 5, 398 p.
- Alcócer, I.; Amador, J.; Arequipa, P.; Argandoña, J.L.; Borja, G.; Grisseemann, C.; Medina, A.; Mylius, H.G.; Nuñez, G.; Palenque, H.; Riera, C.; Rössling, R.; Schneider, A.; Schröder, W. 1993. Prospección y exploración de metales básicos e preciosos en el departamento de Potosí/Bolivia. Informe Final. La Paz & Hannover. GEOBOL-BGR, 2 v. 510 p. (inédito).
- Alderete, M.C. 1999. Distrito Farllón Negro-Alto de la Blenda, Catamarca, *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1637-1742.
- Alonso, R.N. 1999. Boratos terciarios de la Puna, Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1779-1826.
- Alonso, R.N. 1999. Los salares de la Puna y sus recursos evaporíticos. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1907-1921.
- Alvarez, L.A. 1999. Geología de hidrocarburos en el noroeste argentino. 14° Congreso Geológico Argentino. Bonorino, G.G.; Omarini, R.; Viramonte, J. (eds.) *Geologia del noroeste argentino*. II: 27-36.
- Ametrano, S. 1999. El distrito scheelítico de la sierra de Altautina, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:233-239.
- Annells, R.N. e Burton, C.C.J. 1984. The mineral resources of the Rincón de Tigre Igneous Complex. Santa Cruz. BGS-GEOBOL. Inf. n° 20 Proy. Precámbrico, 123 p. (inédito).
- Angera, J.A. 1999. Mina Bajo de La Alumbra, Catamarca, *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1451-1461.
- Arce, O. 1999. Geología y Exploración en el Yacimiento Auro-Antimonífero de San Bernardino (Paderson), Bolivia. La Paz. *Comum. Bolivia'99 Minería y Construcción*, 4 p.
- Arrospide, M. 1999. Arenas silíceas de Diamante, Entre Ríos. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1893-1895.
- Arrospide, M. 1999. Arenas silíceas de Ibicuy, Entre Ríos. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1897-1898.
- Avila, J.C. 1999. el yacimiento de cobre Martín Bronce, Jujuy. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:947-949.
- Baeta Júnior, J. D.A. 1986. As jazidas de níquel laterítico de Barro Alto, Goiás. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.II, p. 307:334.
- Baldellón, E.; Rössling, R.; Mallo, H. (eds.) Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hoja San Pablo de Lípez (escala 1:250.000). La Paz. Bolet. SERGEOMIN.
- Barragán, C. 1971. Geología de los yacimientos antimoníferos; contribución a su esclarecimiento. Universidad Técnica de Oruro, Bol., 51 p.
- Beninato, M.A. 1999. Salina del Bebedoro, San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1939-1942.

-
- Blasón, R. 1999. El yacimiento Schlagintweit, distrito uranífero Batolito de Achala, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:613-620.
- Boden, D.R. 1998. 1997 Year-end report on volcanic geology of mineral deposits, San Cristóbal district, Potosi, Bolivia. La Paz. Apex Silver Mines consult. report, 46 p. (inédito).
- Bortolotti, P. 1999. Yacimiento de salmuera de El Timbó, Tucumán. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1927-1931.
- Boso, M.A. e Monaldi, C.R. 1999. La cuenca ferrífera del norte argentino, Jujuy y Salta. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:529-544.
- Brodtkorb, M.K. de 1999. El distrito wolframífero Cerro Aspero, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 581-583.
- Brodtkorb, M.K. de e Brodtkorb, A. 1999. Yacimientos de scheelita asociados a afibolitas y rocas calcosilicáticas, San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 257-269.
- Brodtkorb, M.K. de; Fernández, R.; Pezzutti, N. 1999. Yacimientos de wolframio asociados a metavolcanitas y metasedimentitas, San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:323-335.
- Brodtkorb, M.K. de e Miró, R. 1999. Los distrito de manganeso de Córdoba y Santiago del Estero. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1007-1013.
- Brodtkorb, M.K. de e Schalamuk, I.B. Yacimientos de cobre y oro de la sierra de Famatina, La Rioja. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1659-1663.
- Broesma, G.; Oroza, C.; Saravia, A. 1963. El antimonio en Bolivia. La Paz. Inf. USAID, 274 p. (inédito).
- Buchanan, L. J. The Geology of The San Cristóbal Deposit. Salt Lake City, USA. Commun. 2000 SME Annual Meeting & Exhibit Salt Lake City, February 28- March 1, 2000.
- Candiani, J.C. e Sureda, R.J. 1999. Distrito polimetálico El Guaico, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 661-670.
- Carvalho, M.S.; Akabane, T.; Tesser, M.A.; S. Filho, L.T. da 1991. Depósitos de diamante da Fazenda Camargo, Nortelândia, Mato Grosso. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte A, p. 161:176.
- Castillo, A.L. 1999. Depósitos de baritina de Cordillera Oriental. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 499-503.
- Chayle, 1999. Mina Piriquitas, Jujuy. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1593-1598.
- Columba, M. e Cunningham, C. G. 1993. Geologic model for the mineral deposits of the La Joya district, Oruro, Bolivia. *Economic Geology*, v.88:701-708.
- COMIBOL. 1993. *Prospectos mineros de COMIBOL*. Comum. Ciclo de Conferencias sobre Inversiones en la Minería Estatal y Rueda de Inversiones, Cochabamba, Bolivia, 20-21 Mayo 1993, COMIBOL, La Paz.
- Costa, S.A. de G. & Sá, W.L. de 1991. Garimpos de esmeralda de Santa Terezinha de Goiás, Goiás. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte A, p. 245:270.
-

-
- Cravero, O. 1999. Yacimientos auríferos en Sierras de las Minas y Ulapes, La Rioja. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 637-646.
- Cunningham, C.G.; Aparicio, H.; Murillo, F.; Jiménez, N.; Lizeca, J.L.; McKee, E.H.; Ericksen, G.E.; Tavera, F. 1994. Relationship between the Porco, Bolivia., Ag-Zn-Pb-Sn Deposit and the Porco Caldera. *Economic Geology*, v. 89:1833-1841.
- Cunningham, C.G.; Zartman, R.E.; McKee, E.H.; Rye, R.O.; Naeser, C.W.; Sanjinés, O.; Ericksen, G.E.; Tavera, F. 1996. The age and thermal history of Cerro Rico de Potosí, Bolivia. *Mineralia Deposita*, 31:374-385.
- Damasceno, E.C. 1988. Geologia do estanho. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p. 184:199.
- Dardenne, M.A.; Freitas-Silva, F.H.; Santos, G.M. dos; Souza, J.F.C. 1997. Depósitos de fosfato de Rocinha e Lagamar, Minas Gerais. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p. 113:122.
- Dardenne, M.A. & Schobbenhaus, C. 2000 The Metallogensis of the South American Platform. *In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.A. (coord.) Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31^o International Geological Congress, 755:850.
- Domínguez, E. e Schalamuk, I.B. 1999. Recursos minerales de las Sierras Septentrionales, Buenos Aires. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:183-190.
- Ellis, J.; Fesefeldt, K.; Fontobé, L.; Lenzi, J.A.; Camargo Souto, J.; Gindri, M.; Mücke, A. 1995 Mineralizaciones auríferas en las cercanías de Mina de Corrales, "Isla Cristalina de Rivera", N-Uruguay. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5*, Gramado. Gramado, SBG, p. 345-346.
- Etcheverry, R. e Brodtkorb, M.K. de 1999. Yacimientos de wolframio vetiformes de San Luis. . *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 585-590.
- Fagundes, P.R. 1997 Depósito de fluorita de Sete Barras, Adrianópolis, Paraná. . *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte B, p. 555:567.
- Fraenkel, M.O.; Santos, R.C. dos; Loureiro, F.E. de V.L.; Muniz, W. de S.1985. Jazida de urânio no Planalto de Poços de Caldas – Minas Gerais. . *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.I p. 89:103.
- Fornari, M. e Bonnemaïson, M. 1984. Mantos e amas sulfo-arséné à or: La Rinconada, premier indice de minéralisation de type exhalatif-sédimentaire dans la Cordillère Orientale de Perou. *Chron. Rech. Min.* 474:33-40.
- Fortes, P.T.E.O. e Coelho, R.E. 1997. Caracterização do minério e do rejeito das jazidas auríferas Mina III, Mina Nova e Mina Inglesa, Greenstone Belt de Crixás, Goiás. *In: Marini, J.O. (ed.) Caracterização de Minérios e Rejeitos de Depósitos Minerais Brasileiros*. Brasília, DNPM, p.30-33.
- Galinski, M. 1999. Los yacimientos de ónice calcáreo (ónix) de San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:353-355.
- Galinski, M. 1999. Distrito pegmatítico La Estanzuela, San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:405-409.
- Galinski, M. 1999. Distrito pegmatítico El Quemado, Salta. . *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:347-350.
-

-
- Gamba, M.T. 1999. El distrito scheelítico Pampa de Olaen, Córdoba. . *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:251-256.
- GEOBOL-PNUD. 1980. Informe final de investigación de ocurrencias minerales. Area Norte de La Paz. La Paz. Inf. Proy. Cordillera, 179 p. (inédito).
- Godoy, L. C. 1997. Depósitos de Talco de Castro, Paraná. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p. 551:561.
- Gomes, A.P.; Ferreira, J.A.F.; Albuquerque, L.F.F.; Súffer, T. 1998. Carvão fóssil. São Paulo, USP *Estudos Avancados*,12:89-106.
- Gonzaga, G.M. & Tompkins, L.A. 1991. Geologia do diamante. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte A, p. 53:116.
- González, O.E. 1999. Mina Incahuasi, Catamarca. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:515-520.
- Gusmão, A.de M. & César, A. 1997. Geologia da Diatomita. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte B, p. 257:264.
- Gustavson Associates, Baker and McKenzie, MINTEC e GEOBOL. 1992. Compendio de geología económica de Bolivia. Min. Minería y Metalurgia, La Paz.
- Haraliy, N.L.E. & Barbour, A.P. 1975 Distribuição e Reservas de Minério de Ferro e Manganês dos Distritos de Urucum (Brasil) e Mutum (Bolivia). *In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE GEOLOGIA ECONÔMICA, 2, Buenos Aires. Anais. (2):271-276.*
- Haralyi, N.L.E. & Walde, D.H.G. 1986 Os minérios de ferro e manganês da região de Urucum, Corumbá, Mato Grosso do Sul. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.II, p. 127:144.
- Hawkins, M.P. 1982. The geology and mineral potentia; of the Manomó area. Santa Cruz, Inf. nº 13 Proy. Precámbrico (IGS-GEOBOL), 104 p. (inédito).
- Herrmann, C.J. 1999. Los yacimientos de wolframio de la región de Santa Rosa , Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 241-246.
- Herrmann, C.J. 1999. Los yacimientos de wolframio de la región de Ambul, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:247-250.
- Heuschmidt, B. 1979. Gites minéraux et métallogénie de la Bolivie. *Chron. Rech. Min.* 448:5-44.
- Heuschmidt, B. e Miranda, R. 1995. Distritos y recursos de metales preciosos de Bolivia. La Paz. Bolinvest, 160 p.
- Heuschmidt, B.; Miranda-Angles, V.; Bellot-La Torre, J.; Claire-Zapata, M.; Cazas-Saavedra, A. 2000. Sinopsis de la Metalogenia de Bolivia. La Paz, SERGEOMIN, 56 p.
- Heuschmidt, B.; Bellot-La Torre, J.; Miranda-Angles, V.; Claire-Zapata. Las Areas prospectivas de Bolivia para Yacimientos Metalíferos. La Paz. SERGEOMIN, 133 p.
- Jacobson, H.S.; Murillo, C.; Ruiz, L.; Tapia, O.; Zapata, H.; Alarcón, H.; Delgadillo, E.; Velasco, C. 1969. Geology and mineral deposits of the San Cristóbal district, Villa Martín province, Potosi, Bolvia. *USGS Bulletin*, 1273, 22 p.

-
- JICA-MMAJ. 1997. Informe de investigación geológica en área San Vicente, República de Bolivia. La Paz. Inf. JICA-COMIBOL, 1 tomo. (inédito).
- JICA-MMAJ. (1978-1979). Informe de investigación geológica en región Sur, Republica de Bolivia. La Paz. Inf. JICA-COMIBOL, 3 tomos. (inédito).
- JICA-MMAJ. 1980. Informe de investigación geológica en área Gran Chocaya, República de Bolivia. La Paz. Inf. JICA-COMIBOL, 4 tomos. (inédito).
- JICA-MMAJ. (1988-1989). Informe sobre la exploración cooperativa de mineral en el área Lipez, República de Bolivia. Inf. JICA-COMIBOL, 2 tomos. (inédito).
- Jenkins, R.E. 1997 Depósitos de fluorita de Mato Preto, Cerro Azul, Paraná. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Mineraiis do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte A, p. 569:573.
- Lacreu, H.L. 1999. Los yacimientos de ónice calcáreo (ónix) de San Luis. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1695-1703.
- Lara Filho, J. de 1997 Geologia do talco e pirofilita. . *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Mineraiis do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p.529:544.
- Lavandaio, E.O.L. 1999. Depósitos de antimonio de la quebrada de La Cébila, La Rioja. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:337-343.
- Lehberger, G. 1992. Metallogenese von Antimonit-Gold Lagerstätten in marinen Sediment der Ostkordillere Boliviens. *Müncher Geol. Hefte*, 6, 204 p.
- Leite, J.A.D.; Hartmann, L.A.; Fernandes, L.A.D.; McNaughton, N.J.; Soliani Jr, E.; Koester, E.; Santos, J.O.S.; Vasconcellos, M.A.Z. 2000. Zircon U/Pb SHRIMP datin of gneissic basement of Dom Feliciano Bel, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 13, n° 8, p. 739:750.
- Lenz, G.R. & Ramos, B.W. 1988. Combustíveis fósseis sólidos no Brasil: carvão, linhito, turfa e rochas oleígenas. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Mineraiis do Brasil*. Brasília, DNPM, v.I p. 3:37.
- Lira, R.; Viñas, N.A.; Ripley, E.M.; Barbieri, M. 1999. El yacimiento de tierras raras, torio, uranio Rodeo de Los Molles, San Luiz. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:987-997.
- Litherland, M.; Annells, R.N.; Appleton, J.D.; Berrangé, J.P.; Blomfield, K.; Burton, C.C.J.; Darbyshire, D.P.F.; Fletcher, C.J.N.; Hawks, M.P.; Klinck, B.A.; Llanos, A.; Mitchell, W.I.; O'Connor, E.A.; Pitfield, P.E.J.; Power, G.; Webb, B.C. 1986. The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian shield. London, British Geological Survey Overseas Memory 9, 153 p.
- López, R. e Ibañez, V. 1993. Prospecto Mestizo, Sud Lipez: geología, mineralización y exploración preliminar. La Paz. Bol. GEOBOL 1 (esp.):126:139.
- Lurgo Mayón, C.J.S. 1999. Azufre vulcanogénico de la Puna, Jujuy, Salta y Catamarca. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1613-1625.
- Lurgo Mayón, C.J.S. 1999. Depósitos de molibdeno y cobre disseminados en la sierra de Famatina, La Rioja. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales: 1495-1505.
- Lurgo Mayón, C.S. 1999. Los depósitos ferríferos lateríticos de Misiones. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:941-944.
-

-
- Lurgo Mayón, C.S.J. e Zappettini, E.O. El yacimiento de sulfuros massivos La Colorada, Salta. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:487-492.
- Magalhães, L.F.; Freitas-Silva, F.H., Nilson, A.A.; e Coelho, C.E.S. 1998. Estudo das inclusões fluidas em veios de quartzo auríferos do Grupo Paranoá na região de Cavalcante, Goiás. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 40. Belo Horizonte. Belho Horizonte, SBG, *Anais*, p. 167.
- Marcos, O.R. Aluviones auríferos del Famatina. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1695-1703.
- Márquez-Zavalía, M.F. 1999. El yacimiento Capilitas, Catamarca. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1643-1652.
- Melo, M.T.V. de 1997 Depósitos de fosfato, titânio e nióbio de Tapira, Minas Gerais. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p. 41:55.
- Milani, E.J. 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a dinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental*. Porto Alegre. UFRGS. Curso de Pós-Graduação em Geociências. 2 v. Tese. (Doutorado em Geociências).
- Miró, R.C. 1999. Los depósitos auríferos de Candelaria y San Ignacio, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:647-653.
- Morais, E.N. de. 1997 Geologia da Grafita. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p.179:183.
- Morrone, N. & Daemon, R.F. 1988. Jazida de urânio de Figueira, Paraná. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.I, p. 133:142.
- Mitchell, W.I. 1979. La geología y potencial de minerales de área de Santo Corazón – Rincón del Tigre. Santa Cruz. Inf. n° 6 Proj. Precámbrico (IGS-GEOBOL), 131 p. (inérito).
- Mutti, D.I. 1999. Depósitos de cromitas de Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales: 193-205.
- Nilson, A. A.; Santos, M.M. dos; Cuba, E.A.; Sá, C.M.G. de 1986. Jazida de níquel, cobre e cobalto de Americano do Brasil, Goiás. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.II, p.257:273.
- O'Connor, D. 2000. Altoro Gold Corp. Rincón del Tigre Platinum-Palladium Project Eastern Bolivia. La Paz. Altoro int. report, 7 p. (inérito).
- Pedroso, A.C. & Schmaltz, W. H. 1986. Jazimentos de níquel laterítico de Niquelândia, Minas Gerais. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.II, p. 307:334.
- Peral, M.A. e Wormald, P.J. 1999. Mineralización cuprífera del área Juramento, Salta. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:951-957.
- Pinto, J. 1990. Exploración preliminar del sector Rosario-Dorada. Modelo conceptual del yacimiento Tasna, Potosí, Bolivia. La Paz. Inf. int. GEOBOL-PNUD, 27 p. (inérito).
- Ramallo, E. 1999. Los depósitos de perlitas de Salta. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1747-1748.
- Ramgrab, G.E.; Toniolo, J.A.; Feirreira, J.A.F.; Machado, J.L.F.; Branco, P. de M.; Süffert, T. 2000. Principais Recursos Minerais do Rio Grande do Sul. *In: Holz, M. & De Ros, L.F. (editores) Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS-CIGO, p. 407-445.
-

-
- Ramos, V.A. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. *In:* Caminos, R. (ed.) *Geologia Argentina*. SEGEMAR-IGRM, Anales 29 (3):41-90.
- Redwood, S.D. 1986. Epithermal precious and base metal mineralisation and related magmatism of the northern Altiplano Bolivia. Aberdeen University, G.B. Ph.D. thesis, 229 p. (inédito).
- Redwood, S.D. 1993. The Metallogeny of the Bolivian Andes. *In:* Sillitoe, R.H.; Camus, F.; Mpodozis, C.; Redwood, S.D. (eds.) *Metallogeny of the Central Andes*. Vancouver. Short Course # 22-24 November 1993 University of British Columbia, 59 p.
- Redwood, S.D.; Riera, C.; Díaz, E.; Escóbar, A. (eds.) Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hoja Sucre (escala 1:250.000). La Paz. Bol. SERGEOMIN n° 17(*no prelo*).
- Redwood, S.D.; Riera, C.; Troëng, B.; Díaz, E.; Jurado, E. (eds.) Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hojas La Paz y Copacabana (escala 1:250.000). La Paz. Bol. SERGEOMIN n° 22 (*no prelo*).
- Redwood, S.D.; Troëng, B.; Díaz, E.; Rössling, R. (eds.) Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hojas Corocoro y Charaña (escala 1:250.000). La Paz. Bol. SERGEOMIN n° 21 (*no prelo*).
- Reischel, J.L. 1980 Mineralizações auríferas associadas ao Complexo Granítico de Lavras do Sul, RS. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador. *Anais*. Salvador, SBG, 3,1700:1712.
- Remus, M.V.D.; Hartmann, L.A.; McNaughton, N.J.; Groves, D.I. 2000. Distal Magmatic-Hidrotermal Origin for the Camaquã Cu (Au-Ag) and Santa Maria Pb, Zn (Cu-Ag) Deposits, Southern Brazil. *Gondwana Research*, v.3, n° 2, p. 155-174.
- Rigobello, A.E.; Branquinho, J.A.; Dantas, M.G. da S.; Oliveira, T.F. de; Nieves Filho, W. 1988. Mina de zinco de Vazante, Minas Gerais. *In:* Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p.101:110.
- Roco, R. e Koukharsky, M. 1999. El pórfiro cupro-molibdenífero Agua Rica y las manifestaciones epitermales asociadas. *In:* Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales: 1479-1492.
- Rojas, N.; Drobe, J.; Lane, R.; Bonafede, D. 1999. El pórfiro Taca Taca Bajo, Salta. *In:* Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales: 1321-1331.
- Romagna, G. & Costa, R.R. 1968. Jazida de zinco e chumbo de Morro Agudo, Paracatu, Minas gerais. *In:* Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p. 111:121.
- Romano, H.I. 1999. El distrito uranífero Tonco-Amblayo, Salta. *In:* Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:959-970.
- Ronchi, L.H.; Touray, J.C.; Michard, A. ; Dardenne, M.A. 1993. The Ribeira fluorite district southern Brazil: Geological and geochemical (REE, Sm-Nd isotopes) characteristic. *Mineralium Deposita*, **28**, 240:252.
- Sá, J.A.G. de 1997. Depósitos de rochas carbonáticas em Goiás, Tocantins e Distrito Federal. *In:* Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p. 427:463.
- Santos, E.L.; Maciel, L.A.C.; Zir Filho, J.A. 1998. *Distritos mineiros do Rio Grande do Sul*. Programa Nacional de Distritos Mineiros, DNPM, Porto Alegre, 35 p.

-
- Savi, C.N. & Dardenne, M.A. 1980 Zonação, paragênese e controle da mineralização de fluorita do filão Segunda Linha Torrensa, município de Morro da Fumaça, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário Camboriú, 1980. *Anais*. Balneário Camboriú, Soc. Bras. Geol., v. 3:1743:1757.
- Schneider, A. 1985. Eruptive processes, mineralization and isotopic evolution of the Los Frailes-Kari Kari region, Bolivia. University of London. Ph.D. thesis, 245 p. (inédito).
- Schneider, H. J. 1990. Gold deposits in Lower Paleozoic sediments of the Cordillera Real, Bolivia. In: Fontobé, L.; Amstutz, G.C.; Cardozo, M.; Cedillo, E.; Frutos, J. (eds.). *Stratabound Ore Deposits in the Andes*. Springer Verlag Spec. Publ. 8:137-146.
- Segal, S.J. 1999. Mina La Providencia, Jujuy. In: Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1509-1601.
- Segal, S.J. e Caffé, P.J. 1999. El grupo minero Pan de Azúcar, Jujuy. In: Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:1579-1592.
- Sfragula, J.; Jerez, D. e Bonalumi, A. 1999. Mármoles y otras rocas carbonáticas de Córdoba. In: Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales: 271-295.
- Shaw, A. J. 1985. An investigation of the nickel resources of the Rincón del Tigre Igneous Complex. Santa Cruz. Inf. nº 23 Proy. Precámbrico (BGS-GEOBOL), 47 p. (inédito)
- Sillitoe, R.H. 1988. *Appraisal of the bulk potential of selected precious-metal properties in Bolivia*. UN internal report, 25 p. (inédito)
- Sillitoe, R.H. e Halls, C.; Grant, J.N. 1975. Porphyry tin deposits in Bolivia. *Economic Geology*, v. 70:913-927.
- Silva, C.R. da; Souza, I.M. de; Brandão, W. 1988. Mina de chumbo e prata do Perau, Adrianópolis, Paraná. In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p. 123:134.
- Silva, J.A. & Sá, J.A.G. 1988. Jazida de cobre de Chapada, Mara Rosa, Goiás. In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p. 55:70.
- Silva, M.A.S. da; Krebs, A.S.J.; Silva, L.C. da; Camozzato, E. 1982. Avaliação dos depósitos wolframíticos no Complexo Metamórfico Brusque, SC: I – Área da Catinga. *Acta Geologica Leopoldensai*, v. VI, nº 12, p.39-94.
- Silva, M.A.S. da; Krebs, A.S.J.; Silva, L.C. da; Camozzato, E. 1982. Avaliação dos depósitos wolframíticos no Complexo Metamórfico Brusque, SC: II – Área do Russo. *Acta Geologica Leopoldensai*, v. VI, nº 12, p. 95-152.
- Soares, P.C.; Landim, P.M.B.; Sinelli, O.; Wernick, E.; Wu, F.; Fiori, A.P. 1977. Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, 7(3), 131:149.
- Souza, N.B. 1988. Principais depósitos de ouro do Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém. *Anais*. Belém, SBG. v.1:116:129.
- Souza, N.B. 1997. Depósitos de rochas carbonáticas do Estado do Mato Grosso. In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T. de; Coelho, C.E.S. (coord.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v. IV parte C, p. 441:446.
- Sureda, R.J. 1999. Los yacimientos sedex de plomo y zinc en la sierra de Aguilar, Jujuy. In: Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 459-485.
-

-
- Tourn, S.M. 1999. Los yacimientos de wolframio de Agua de Ramón, Córdoba. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:585-590.
- Tröeng, B.; Claire, H.; Oliveira, L.F. de; Ballón, R.; Walser, G. 1993. Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hojas Tarija y Villazón (escala 1:250.000). La Paz. Bol. Geobol 3 (esp.), 178 p.
- Tröeng, B. 1997. Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hoja Cochabamba escala 1:250.000). La Paz. Bol. Geobol 12, 204 p.
- Veigel, R. & Dardenne, M.A. 1990. Paragênese e sucessão mineral nas diferentes etapas de evolução da mineralização Cu-Pb-Zn do Distrito Camaquã, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, **20**, 55:67.
- Ulbrich, H.H.G.J. & Gomes, C.B. 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. Elsevier, Amsterdam. *Earth Science Reviews*, **17**(1/2):135-154.
- USGS-GEOBOL .1992. Geology and Mineral Resources of the Altiplano and Cordillera Occidental. USGS Bull. 1975, 365 p.
- Yamaoka, W.N. & Araújo, E.M. 1988. Depósito de ouro da "Mina "III", Crixás, Goiás. *In: Schobbenhaus & Coelho, C.E.S. (coord.) Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília, DNPM, v.III, p.491:498.
- Zappettini, E.O. 1999. Evolución geotectónica y metalogénesis de Argentina. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 51-73.
- Zappettini, E.O. 1999. Depósitos de tierras raras y torio de la Puna y Cordillera Oriental, Jujuy y Salta. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35:979-985
- Zappettini, E.O. e Segal, S.J. 1999. Depósitos aluviales auríferos de la Puna, Jujuy. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 1841-1844.
- Zappettini, E.O. (ed.).1998. Mapa Metalogenético de la República Argentina (vérsion preliminar). SEGEMAR. Anales 32/D.
- Zappettini, E.O. e Segal, S. 1999. Los depósitos auríferos vetiformes de la sierra de Rinconada, Jujuy. *In: Zappettini, E.O. (ed.) Recursos Minerales de la Republica Argentina*. SEGEMAR. Anales 35: 507-514.