

IV CONGRESO GEOLOGICO CHILENO – AGOSTO 1985
 Universidad del Norte – Antofagasta

3-15 LOS YACIMIENTOS DE BARITINA Y CELESTINA DEL MESOZOICO
DE MENDOZA Y NEUQUEN, ARGENTINA

M.K. de Brodtkorb*, I.A. Schalamuk**, M. Barbieri**, S. Ametrano*, R. Fernandez***,
 R. Etcheverry*** y E. Aragón***

* Dirección Nac. de Minería y Geología. Argentina.

** Università di Roma

*** Universidad Nac. de La Plata. Argentina.

Resumen

En la cuenca mesozoica neuquina-mendocina se conocen numerosos yacimientos de baritina y de celestina. Se trata de una cuenca de retroarco situada al este de los Andes Centrales de Argentina, en la región extraandina de Neuquén y Mendoza. Por encima de una plataforma compuesta por un "basamento" se depositaron dos ciclos marinos de sedimentación. El primero es de edad jurásica, formado por dos subciclos, y el segundo corresponde al Titoneocomiano. Desde el Cretácico superior y durante el Cenozoico se depositaron sedimentos continentales interrumpidos solo por una efímera ingresión atlántica.

En el primer subciclo jurásico, se encuentra el yacimiento de baritina Arroyo Nuevo, relacionado a la Formación Tábanos. En el segundo subciclo se incluye a los yacimientos baríticos de Mallín Quemado, Distrito Loncopué, en Neuquén, e Isidora y El Compadrito en Mendoza, y mina Luthema, de celestina, también en esta última provincia. A la F. Huitrín (ciclo titoneocomiano) se relacionan numerosos depósitos de celestina ubicados a lo largo de algunas decenas de kilómetros.

En este trabajo se describen cada uno de los yacimientos y distritos y se dan a conocer las características geológicas de las áreas

en que se emplazan. Sobre la base de las relaciones isotópicas Sr^{87}/Sr^{86} de las mineralizaciones de baritina y celestina, calizas y yesos asociados, así como de la geometría de los cuerpos mineralizados, y de los datos mineralógicos, geoquímicos, texturales, etc. se confirma la simultaneidad de la depositación mineral con las secuencias mesozoicas donde se alojan.

ABSTRACT

In the Neuquen-Mendoza Mesozoic Basin there are known several barite and celestite ore deposits. It is a back-arc basin located at the east of the Central Andes of Argentina, in the extraandean region of Neuquen and Mendoza provinces.

Above a platform made up of a granitic "basement", two marine sedimentary cycles were accumulated. The first, of Jurassic age is made up of two subcycles, and the second correspond to the tithononeocomian ingression. Since the Upper Cretaceous and during Cenozoic times continental sediments were accumulated, sedimentation only interrupted by a short lived Atlantic ingression.

The Arroyo Nuevo barite mine is found in terrenos of the first Jurassic subcycle, related to the Tábanos Formation. The second subcycle include the barite deposits of the Mallín Quemado, Loncopué district, in the Neuquen province, Isidora and El Compadrito in Mendoza, and the Luthema mine of celestite in this last province. To the Huitrín Formation (tithononeocomian cycle) are related several celestite deposits located along several kilometres.

In this paper each district and deposit are described with a summary of the geological characteristics of the lodging areas. Upon the isotope Sr^{87}/Sr^{86} ratios of the barite, celestite, limestones gypsum and vulcanites associated, also taking into account the geometry of the mineralized bodies, mineralogy, geochemistry and textures, etc., data, it can be established the simultaneity of the mineral formation with the mesozoic sequences that lodge them.

INTRODUCCION

En el área que comprende este estudio son numerosos los depósitos y manifestaciones de baritina y celestina de tipo estratoligado relacionados a niveles estratigráficos precisos del Jurásico superior y Cretácico inferior de la cuenca marina Mesozoica de Mendoza y Neuquén. Los más numerosos, alrededor de 50, son los depósitos vinculados a la F. Huitrín (Titoneocomiano), siendo éstos caracterizados por distintos niveles de importancia económica. En cuanto a los yacimientos ubicados en niveles estratigráficos del Jurásico superior éstos son más escasos pero entre ellos se encuentran los de mayor importancia económica como lo es la mina Mallín Quemado.

La cantidad de depósitos baríticos y celestínicos del área ha llevado a numerosos autores a trabajar sobre ellos: Angelelli (1941), Canelle (1950), Oliveri (1964), de la Vega (1973), Nacucchio (1973), Loza (1973), Brodtkorb et al (1975), Lyons et al (1978), Barbieri et al (1981), Brodtkorb et al (1982), Salaberry (1982), Navarro (1983), Sarudiansky et al (1984), Bengochea et al (1984) y Barbieri et al (1984).

Con el objetivo de apoyar las evidencias geológicas, que indicarían un origen sedimentario sin-diagenético para la mayoría de estos yacimientos, se realizaron análisis para determinar la relación isotópica Sr^{87}/Sr^{86} . Con ese fin se seleccionaron depósitos ubicados en distintos niveles estratigráficos y en cada uno de ellos se analizaron muestras de mineral de mena, y de calizas y yesos asociados, como así también de una baritina hidrotermal y de dos muestras de andesitas.

GEOLOGIA REGIONAL

El área en estudio es una cuenca de retroarco situada al este de los Andes Centrales argentinos, en la región extraandina del Neuquén y sud de Mendoza. Esta cuenca de retroarco se desarrolló sobre una plataforma relativamente estable conformada por un basamento compuesto de metamorfitas de edades asignadas al Precámbrico hasta Paleozoico inferior, sedimentitas carbónicas, plutonitas de diferentes edades desde precámbricas hasta permotriásicas, y las vulcanitas del Grupo Choiyoi.

La provincia geológica denominada Cuenca Neuquina-Mendocina es un área de acumulación sedimentaria jurásico-cretácica, compuesta por sedimentitas marinas, continentales y de transición que yacen en discordancia regional sobre el denominado "basamento".

Groeber (1946) ha dividido esta secuencia sedimentaria en tres ciclos "Jurásico" (Lías - Kimmeridgiano inferior), Andico (Kimmeridgiano superior - Albiano) y Riográndico (Senomaniano - Paleoceno?) que están separados por discordancias o cambios evidentes en el régimen de sedimentación. Esta secuencia es bien conocida en Neuquén y sud de Mendoza por sus afloramientos en las regiones occidentales y por los datos de perforaciones petrolíferas en el este. Para mayores detalles sobre las características y distribución de los distintos ciclos se recomienda los trabajos de Braccacini (1970), Davidson y Vicente (1973), Dessanti (1973, 1978), Digregorio (1978), Groeber (1946 y 1951), Gulisano et al (1984), Lambert (1956), Leanza (1945), Leanza y Hugo (1977), Leanza et al (1977), Malumián et al (1983), Marchese (1971), Riccardi, A.C. (1983), Stipanovic (1966), Stipanovic (1969), Stipanovic (1969), Yrigoyen (1979).

Al ciclo "Jurásico" corresponde la fase inicial de acumulación de la cuenca y se han reconocido dos secuencias de transgresión-regresión: El Cuyano y el Loteniano-Chacayano. El mar invade desde el oeste y noroeste y forma un engolfamiento con una gran extensión hacia el este.

En el sector neuquino el Cuyano (Lías - Calloviano inferior) se caracteriza por una prolongada etapa de subsidencia en la que se depositaron hasta 2.500 m. de sedimentos. Comenzó con un relleno sedimentario continental de las depresiones desarrolladas en la superficie de las vulcanitas triásicas con conglomerados, areniscas y tobas (Riccardi, 1983). Entrelazados con estos sedimentos o directamente sobre las vulcanitas triásicas, comienza la secuencia marina en la parte occidental y central de la cuenca. El Grupo Cuyo está integrado por la F. Molles, Lajas y Tábano. La F. Molles está formada por lutitas negras y fangolitas con delgadas intercalaciones de areniscas y calcipelitas grises, y la F. Lajas está caracterizada por areniscas de grano fino a grueso en alternancia con fangolitas y lutitas calcáreas y arenosas. Según Digregorio (1978)

la F. Molles corresponde a un ambiente marino intermedio a distal con circulación restringida y la F. Lajas a un ambiente litoral hasta sublitoral de moderada agitación. El Cuyano termina con las evaporitas (yeso y dolomita) de la F. Tábanos.

El segundo subciclo, Loteniano-Chacayano, constituye una nueva transgresión-regresión.

La F. Lotena corresponde a la fase inicial y está formada por areniscas litorales y continentales. Según Dellapé y Pando (1976) en el Calloviano medio se inicia una nueva ingresión marina que culmina con la sección inferior de la F. La Manga. Los depósitos carbonáticos de alta energía de la sección superior insinúan una tendencia regresiva con una restricción general de la cuenca pasando transicionalmente a las evaporitas de la F. Auquilco (denominada también Yeso Principal) que se deposita en forma más o menos continua sobre una superficie de 77.000 Km² (Lambert, 1956). La F. Auquilco está constituida principalmente por yeso blanco de textura laminar y nodular. Suele intercalarse con niveles de caliza y de limos verdes y rojos. Corresponde a depósitos de agua playa que evolucionan a un sabkha supralitoral (Digregorio, 1978). La parte cuspidal de la F. La Manga y la F. Auquilco definen entonces el ciclo regresivo Chacayano. Sigue la F. Tordillo que caracteriza una época de colmatación con material detrítico. Esta unidad consiste en su parte inferior en areniscas rojas y fangolitas, y una parte superior de areniscas verdes y conglomerados, (Stipanovic, 1969). Según Digregorio y Uliana (1980), la parte inferior está en relación con la colmatación de la F. Auquilco, mientras que la superior es transicional a la sedimentación marina de la F. Vaca Muerta, ambos separados por la fase diastrófica Araucana.

Se inicia el ciclo Andico (Mendociano y Rayosiano) con una nueva subsidencia de la cuenca, con diferentes avances y retrocesos. El Grupo Mendoza alcanza 2.400 m. de espesor y la secuencia está integrada por la F. Vaca Muerta de carácter ingresivo, a la que sigue una regresión, F. Quintuco. Con los conglomerados de la F. Mulichinco se inicia otro período de ingresión que perdura hasta la acumulación de la sección inferior de la F. Agrijo. Una pequeña exhondación de la cuenca produce la depositación

de la cuenca produce la depositación de las areniscas del Miembro Avilé en un probable ambiente de barra cercana a la costa. Sigue una regresión con la depositación de la parte superior de la F. Agrio.

El mar neocomiano retrocede finalmente dando lugar a la depositación de: a) evaporitas (calizas, yeso, anhidrita, celestina, halita) con marcada influencia marina, depositados en un ambiente subáqueo, b) fangolitas alternando con margas y yeso depositadas en ambiente supralitoral con lagunas, sabkhas y barreales, y c) alternancia de areniscas y fangolitas rojas de carácter aluvial, que comprenden la F. Huitrín. Estos bancos son sepultados por areniscas rojas correspondientes a la continentalización del área.

En lo que respecta al sector mendocino de la cuenca (Cuadro 1) sobre la plataforma pre-jurásica se registran depósitos del Grupo Cuyo integrado por conglomerados y areniscas de la F. Freno, areniscas, limolitas y calizas que integran la F. Puesto Araya, materiales psamíticos y pelíticos, además de margas y calizas de la F. El Codo y cuerpos yesosos de la F. Tábanos.

El segundo subciclo está representado por la F. Puchenque (Dessanti, 1973) que comprende un conglomerado basal, areniscas con lentes lumachelicas, calizas, limolitas y un conglomerado polimíctico en su techo, y la F. Lotena con características similares al del sector neuquino. Sobre esta entidad apoya en relación concordante, calizas coralígenas-amonitíferas y margas de la F. La Manga de edad oxfordiana inferior y medio (Stipančić, 1969) equiparable a la F. Calizas del Calabozo en la región de Bardas Blancas (Dessanti, 1973).

Sobre la formación calcárea citada en último término y como exponente de este sector de la cuenca marginal o externa yace la potente unidad evaporítica de la F. Auquilco. A continuación, durante el Kimmeridgiano inferior y base del medio (Stipančić, 1969), se depositó una sucesión clástica representada por areniscas arcósicas, conglomerados y lutitas, a veces con material piroclástico, que pertenece a la F. Tordillo y que alcanza buen desarrollo vertical al oeste de la gran estructura braquianticlinal de la Sierra Azul.

Como representa de una nueva transgresión marina (ciclo Andico) se destaca una sucesión alternante de calcáreos y pelitas, sedimentos que encierran una fauna amonítifera indicadora de una edad que se extiende desde el Titoniano hasta el Hauteriviano y que registra espesores de varios centenares de metros. La secuencia corresponde a la F. Mendoza (Dessanti, 1973) equivalente al Grupo Mendoza (sector neuquino) y se lo subdivide en tres miembros (Vaca Muerta, Chachao y Cieneguitas), según Leanza et. al. (1977). A continuación y como producto de la regresión del mar neocomiano siguen depósitos de calizas impuras, yeso, sal gema y sales de potasio de la F. Huitrín.

En el Cretácico superior se destacan potentes depósitos continentales caracterizados por una litología tipo "red-bed" (F. Diamante y F. Sala). Pertencientes a un ambiente de transición marino-continental se destaca la F. Malargüe constituida por calizas y margas fosilíferas, areniscas y tobas.

El conjunto sedimentario Mesozoico se halla afectado por materiales volcánicos andesíticos (aglomerados, brechas y mantos), lavas básicas, e intrusivos mantiformes, lacolíticos, diques y otros cuerpos irregulares de composición mesosilícica pertenecientes a la F. Molle (Oligoceno), F. Plutonitas Andinas (Oligoceno) y F. Palauco (Mioceno-Plioceno).

El Ba y Sr en el agua de mar

Geoquímica del Ba y Sr

A continuación se harán unas breves consideraciones acerca de la presencia de los cationes Ba y Sr en las aguas marinas.

Dentro del ciclo exógeno, el mineral primario de Sr más importante es la celestina y su ambiente principal de precipitación es el evaporítico. El contenido de Sr del agua de mar es 8 g/t, el 62,58% del mismo (Müller, 1962) está a disposición para formar celestina y el 37,42% se incorpora en los demás minerales evaporíticos. El contenido promedio de Ba en las celestinas de origen evaporítico es de 0,48% y no queda

duda que la mayor parte del Ba presente en el mar entra en la celestina durante la evaporación.

Según Müller (1962) el comienzo de la precipitación de celestina en el agua de mar se realiza en la zona límite de precipitación de carbonatos y sulfatos de calcio. Cuando la reducción de volumen del agua de mar, por evaporación alcanza entre $1/3,35$ y $1/5$ del volumen inicial se llega a la saturación y precipitación del Sr SO_4 . Esta secuencia de precipitación: carbonatos-celestina y carbonatos-celestina y yeso, en ambientes evaporíticos marinos se ve confirmada con las paragénesis halladas en varias formaciones salinas de distintas localidades y edades-Pérmico a Reciente- como por ejemplo en Alemania (Hemmelte West), España (Granada), Gran Bretaña (Gloucestershire), México.

El contenido de Ba en las celestinas puede ser involucrado por los iones de Ba contenidos en el agua de mar. Para el origen del Ba es ampliamente aceptado como tal, la liberación del catión bario de los feldespatos potásicos durante la meteorización de basamento y su posterior transporte fluvial hacia los océanos. El bario, adsorbido por arcillas, al alcanzar el mar es liberado debido a los cambios físico-químicos que allí suceden. Es por ello que en los estuarios el contenido de este catión es anómalamente alto. Otra fuente de provisión de bario a las aguas marinas es la actividad hidrotermal (o volcánica?) submarina, la que también ha sido postulada por algunos autores.

DESCRIPCION DE LOS YACIMIENTOS

El Yacimiento Arroyo Nuevo

Este yacimiento se ubica 21 km al sur de Andacollo, cercano a la ruta que une esa localidad con Chos Malal. En el área se encuentran tobas, brechas y basaltos del grupo Choyoi y tobas, lutitas y areniscas, del Dogger-Malm las que culminan con calcáreos y yeso de Kimmeridgiano inferior, intruído por un stock tonalítico.

En cuanto al depósito se trata de un manto de baritina concordante con las lutitas infra y suprayacentes consideradas como pertenecientes a la F. Tábanos. El banco barítico está afectado por fallas e intruído por diques de andesita. La baritina es de color blanco con tono grisáceo en parte de grano grueso y hábito tabular, y también de grano fino en cuyo caso se suelen encontrar intercalaciones de bancos de caliza, conformando una estructura de depositación rítmica. En parte se encuentran intercalaciones irregulares de cloritas y arcillas, cuya estructura se asemeja a la de algunas evaporitas.

El espesor del banco de baritina oscila entre 1,5 - 2,5 m con rumbo general NW - SE e inclinación 10 - 15°SE. Se explota subterráneamente habiéndose superado los 2000 metros de desarrollo. Según de la Vega (1973) la composición de algunas muestras de la mina oscilan entre 92,0% y 99,01% de $SO_4 Ba$ y 0,01 a 0,07 de $SO_4 Sr$.

Distrito Mallín Quemado

El distrito Mallín Quemado se ubica en el ángulo que forman los cordones de Cuchillo Cura y Curymil. El sector Achalay se localiza en el flanco occidental del Cordón Curymil mientras que los depósitos de Río Agrío y La Porfía lo hacen inmediatamente al norte de aquél, en el Cerro Mallín Quemado. En el sector Achalay se encuentran mantos subhorizontales de baritina, concordantes entre el yeso de la F. Auquilco y las areniscas continentales de la F. Tordillo. La combinación de la tectónica y la gran plasticidad que ofrece el banco de yeso infrayacente configura la complicada estructura de este yacimiento, en el que se encuentran numerosas zonas brechadas, con clastos y bloques de baritina y en parte también del mismo yeso y areniscas.

En el sector Río Agrío afloran cuerpos vetiformes de baritina con pequeñas cantidades de sulfuros.

Siguiendo el rumbo de las manifestaciones baríticas hacia el norte se ubica el yacimiento La Porfía. En la entrada a la galería hay un corte de unos 30 m en el que se puede observar idénticas características al depósito Achalay, a saber un manto de baritina infrayacente

a areniscas del Tordillo, en parte brechado y en la parte occidental del rajo una veta de baritina, que por su dureza sobresale de las areniscas.

En este distrito se puede pensar en una continuidad de los mantos de baritina, desde Achalay al sud a La Porfía en el Norte, a través del Cerro Mallín Quemado y por debajo de las vetas de Río Agrio. El yacimiento Achalay se encuentra en explotación y ya han sido extraídos varios paños de importantes dimensiones.

Los datos isotópicos figuran en el cuadro 1.

Los análisis químicos de muestras comunes dieron valores entre 84 y 90% de $\text{SO}_4 \text{ Ba}$.

Distrito Loncopué

Este distrito barítico está ubicado en el Dpto Loncopué, a unos 6-8 Km al NE del pueblo homónimo. Recién se comenzó a estudiar siendo los datos aquí descriptos de carácter orientativo. Los yacimientos se encuentran ubicados en la potente serie sedimentaria del Chacayano-Loteniano en forma de mantos y de vetas. En la base se reconocen areniscas de la F. Lotena, que hacia arriba pasan a bancos de calizas de la F. La Manga interdigitados lateralmente con bancos de yeso de la F. Auquilco. Por encima se presentan en parte conglomerados y en parte areniscas de la F. Tordillo. Los mantos de baritina se ubican por encima de las calizas, infrayaciendo a las areniscas y conglomerados de la F. Tordillo, y tienen una potencia de 0,60 a 1,00 metros en su parte más ancha. El rumbo de los sedimentos es aproximadamente N-S con inclinaciones variables hacia el este.

Los yacimientos en forma de mantos son Dos Guanacos, Resbalosa al norte y La Rosita al sud. Yacimientos vetiformes son Manzano Silvestre, Resbalosa (asociados al manto) y Florcita.

El manto de baritina de Dos Guanacos presenta intercalaciones de lutitas y bancos de chert, mientras que^{en} el manto de La Rosita se encuentran capas de arcillas.

Los yacimientos más trabajados hasta ahora son Florcita con 400 m de laboreos y La Rosita con 200 metros de galerías en el manto.

Mina La Isidora

Este depósito barítico se localiza en el suroeste de la provincia de Mendoza, unos 60 kilómetros al oeste de la localidad de Malargüe, sobre la margen izquierda del arroyo de las Minas.

En la constitución geológica de la zona participan sedimentos de la F. Puchenque integrados aquí por calizas con abundantes niveles lutíticos intercalados. Suprayacen potentes niveles evaporíticos constituidos por yeso y anhidrita de la Formación Auquilco. Este conjunto sedimentario está intruído por plutonitas terciarias.

La mina Isidora que solo ha sido objeto de pirquino se ubica en los niveles calcáreos más altos, próximo al contacto con la Formación Auquilco. El depósito está integrado por un banco barítico lentiforme concordante entre los sedimentos calcáreos jurásicos, teniendo el conjunto un rumbo N 65°E y buzamiento 20°N. El banco puede ser seguido por 140 metros a lo largo de su rumbo, tiene un espesor máximo de 5 metros y se acuña lateralmente pasando a facies de yeso hacia el sur y calcáreas hacia el norte. El piso de este nivel mineralizado lo constituye una caliza fina oscura, con cierto bandeamiento, presencia de estilolitas y portadora de restos fósiles bivalvos y amonites, habiéndose observado algunas estructuras de disolución y reemplazo como así también probables primitivos cristales de yeso y/o baritina reemplazados por carbonato. Como techo del banco barítico se encuentra nuevamente una caliza fina oscura con un marcado bandeamiento que lateralmente tiene pasajes a facies evaporíticas y unos 10 metros más arriba es sobrepuesta por un potente (25 metros) nivel de yeso perteneciente a la Formación Auquilco. En este lugar el perfil culmina con los afloramientos de las dioritas intrusivas terciarias.

Internamente el banco mineralizado presenta diferencias texturales. En la porción inferior la baritina muestra un marcado bandeamiento con desarrollo de una textura "cebrada" (alternancia de capas de 1-2 cm de baritina y carbonatos) Gandin (1973) en la que el sulfato tiende a desarrollar un hábito acicular. En la porción superior, ^{en} tanto, la baritina se presenta en cristales tabulares espáticos de hasta 5 cm de

longitud intercrecidos desordenadamente, siendo frecuentes los agregados en formas de rosetas especialmente en las partes más altas.

Mina Luthema

El depósito se emplaza en el flanco suroriental del braquiánticlinal de la Sierra Azul, en la margen izquierda del Arroyo del Yeso, a unos 8 Km al oeste de la población de Mechanguil, y a 120 Km al sur de Malargüe, departamento homónimo. Se mantiene activa su explotación desde el año 1950, con algunas intermitencias; el laboreo se efectúa a cielo abierto, con un corte principal de unos 85 m en sentido NE-SO, 10-15 m de ancho y hasta 12 m de altura.

Se trata de un cuerpo de celestina mantiforme concordante con el paquete sedimentario Jurásico que consiste en calizas margosas grises-azuladas, hasta pardas, con abundante material fosilífero (F. La Manga) y material yesoso intensamente plegado (F. Auquilco) que se dispone sobre el manto mineralizado con asomos de escaso desarrollo, aunque bien representado en sectores aledaños al depósito. Completan el cuadro geológico cuerpos andesíticos terciarios (F. Molle) que intruyen al conjunto de sedimentitas.

El manto mineralizado aflora a lo largo de unos 200 m. en dirección N50-70E, en una posición subhorizontal hasta 20° hacia el sureste. El mineral registra leyes que oscilan normalmente entre 70-80% de $\text{SO}_4 \text{Sr}$ y 5-10% de $\text{SO}_4 \text{Ba}$ (Schalamuk et. al 1984; Sarudiansky y del Carril 1984); se presenta mayormente con una coloración amarillenta a castaño rojizo debido a la abundancia de óxidos e hidróxidos de hierro que lo tiñen superficialmente. La estructura en gran parte es brechosa con amplios trozos de rosetas (de hasta 30 cm de diámetro) y cristales de celestobaritina que se implantan en una matriz del mismo mineral; también se observan capas de grano fino con textura sacaróide que suelen registrar interestratificaciones discontinuas de margas en finas láminas.

Mina Monteagudo

El depósito se localiza a unos 500 m al oeste del anterior ("Luthema"), consiste en un cuerpo de celestina mantiforme concordante con las calizas jurásicas; aflora en unos 50 m y está compuesta por una mineralización similar al de "Luthema", representado esencialmente por grandes cristales y agregados fracturados y penetrados por óxidos de hierro. Registra algunas labores de escaso desarrollo como consecuencia de una precaria explotación realizada en los primeros años de la década de 1950.

Mina El Compadrito

El yacimiento se ubica inmediatamente al sur del puente sobre la ruta nac. n°40, sobre el río Grande, próximo a la localidad de Bardas Blancas, y a 60 Km de Mlargüe, departamento homónimo.

Consiste en un manto barítico, con escasa celestina, de 3,5 a 7 m de espesor y una corrida del orden de los 200 m en dirección N15-20°0 y un arrumbamiento de 35-40°al este, dispuesto en el extremo norte de la gran estructura anticlinal de Sierra Azul. El depósito se explota en forma intermitente desde hace tres décadas y ha sido el mayor productor de baritina de la provincia. Cuenta con diversas labores que suman un desarrollo de cerca de 350 m entre galerías y piques, además de 100 m de rajo a cielo abierto.

La mineralización barítica apoya en la formación calcárea de la F. La Manga o F. Caliza del Calabozo (calizas, calizas arenosas y dolomíticas) de coloración gris azulada, presenta una estructura bandeada de aspecto 'tebrada', conformada por baritina terrosa de grano fino-milimétrico-con delgadas intercalaciones de material limo arcillosos y de carbonatos-calcita-además de óxidos e hidróxidos de hierro que tiñen parcialmente el conjunto. En la base y raramente en el techo del cuerpo mineralizado se observan nódulos y concreciones de agregados fibroradiados de baritocelstina, incluidos en los materiales pelíticos; dichos nódulos presentan comunmente diámetros de 5 a 10 cm; los mismos son deletzables y se desagregan con facilidad. En niveles calcáreos y arcillosos de la sección superior se suele encontrar, aunque en escasa proporción, pequeñas lentes yesosas de grano

fino. Cubre al depósito un delgado e intermitente banco de areniscas, de color gris verdoso equivalente a la F. Tordillo que alcanza buen desarrollo vertical fuera del área del yacimiento (oeste de la Sierra Azul), al que sigue una gruesa sucesión alternante de margas, calizas y pelitas del Grupo Mendoza, muy bien representada en el área del depósito con una rica fauna amonitífera. Cuerpos intrusivos de composición andesítica-dacítica (F. Molle) concordantes o discordantes se localizan en las formaciones calcáreas.

Los yacimientos relacionados a la Formación Huitrín

A lo largo del meridiano 70° entre Zapala y Curacó provincia del Neuquén se encuentran gran cantidad de yacimientos de celestina (baritina subordinada) que se ubican en una posición geológica definida. Se conocen varios distritos de algunos kilómetros de largo en los que las lentes de celestina se acuñan para reaparecer nuevamente a unos 10-20 Km. Los más conspicuos son Bajada del Agrío (4 de noviembre, Sta. Bárbara, Santa Ana, etc.), Cerro Salado (El Olvido, La Cuesta, La Corrida, etc.), Cerro Partido (Minas Co. Partido I, II y III), Sierra de Chorriaca (Minas Dafne, José Alejandro, etc.), Continental (Minas La Cecilia, La Blanca, La Graciela, San José) y Balsa Huitrín (Mina Barda Klein) (Brodtkorb M. et al. 1975, Brodtkorb et al. 1982). La gran cantidad de depósitos y las características comunes existentes entre ellos ha permitido a los autores mencionados realizar una tipología de los mismos que es la que se seguirá a continuación.

Sobre la base de la geometría y de las texturas de la mineralización se han reconocido tres tipos de yacimientos: 1- mantos de celestina sin-diagenéticos con las facies evaporíticas; 2- yacimientos mantiformes epigenéticos formados por removilización "in situ" de celestina con crecimiento de estalactitas y relleno de cavidades; localmente con enriquecimiento secundario de baritina; 3- yacimientos vetiformes epigenéticos de baritina formados por soluciones descendentes.

El estudio de varios perfiles del miembro superior de la Formación Agrío y de la Formación Huitrín permitió caracterizar la evolución de las facies evaporíticas en una típica secuencia regresiva

del mar Neocomiano.

La parte superior de las litofacies infrayacentes tienen un cemento esparítico y por sus características texturales y petrográficas son areniscas intertidales pertenecientes a un ambiente de playa. Por encima de estas areniscas en numerosas zonas se depositó una alternancia cíclica de carbonatos y celestina localmente con textura "cebrada" (Gandin et al. 1973) o ritmitas (Font Boté, 1981). Las bandas de carbonato presentan una laminación algal conspicua, gradando lateralmente a calizas de estratificación más irregular. En la mina Santa Bárbara se observa en el banco de celestina un pasaje lateral a calizas intracústicas con una textura brechosa conteniendo nódulos de yeso. Esta caliza por disolución de los nódulos adquiere una típica textura cavernosa cuyos huecos se encuentran retapizados por micrita secundaria; gradan lateralmente a yesos nodulares impuros. Los cambios faciales se observan en longitudes menores a un kilómetro. Por sus características texturales y petrográficas se consideran a estas facies como pertenecientes a un ambiente intrasupratidal en las que durante ciertos lapsos de tiempo los sedimentos formados estuvieron expuestos a un ambiente subaéreo.

Por encima del manto de celestina se apoya un banco de yeso (nodular o masivo) cuyo espesor varía entre 6 y 10 metros. El yeso es impuro y presenta variaciones faciales frecuentes. Las características texturales del banco de yeso indican su depositación en un ambiente subaéreo, en donde, a causa de la superficie irregular del terreno quedaron sectores de antiguos canales de marea o lagunas costeras donde el agua permanecía temporariamente facilitando la precipitación subaérea, evidenciada por una textura nodular. Los mantos con celestina presentan una potencia que varía desde unos pocos centímetros hasta 2 metros y el conjunto de la facies evaporíticas tiene un espesor de hasta 12 metros.

Las facies suprayacentes a las evaporitas están formadas por dolomías arcillosas, interpuestas a fangolitas y arcilitas rojas que contienen niveles de yeso removilizados y bandos de halita cristalina

y masiva.

Estos bancos son sepultados por areniscas rojas de típico ambiente continental.

A los yacimientos "mantos de celestina masiva, sin-diagenéticos con las facies evaporíticas" corresponden entre otros la mina "El Minarete", mina "El Olvido" del distrito Cerro Salado y el distrito Cerro Partido (Fig.1). En todos los casos se trata de mantos concordantes con la estratificación de pocos centímetros hasta dos metros de espesor y su posición actual depende de la estructura local. Las longitudes de los mantos de celestina llegan a ser de centenares de metros y generalmente se acuñan lateralmente. La mena se presenta con textura granular de hábito espático y su color varía según los diferentes yacimientos de blanco amarillento a pardo grisáceo y hasta gris oscuro. Al microscopio se observan mosaicos formados por cristales de celestina; en forma intergranular e incluidos en ella se encuentran pequeños granos idio-subidiomorfos de dolomita y películas de óxidos de hierro.

A los yacimientos "mantiformes sin-diagenéticos con removilización epigenética" corresponden los yacimientos del distrito Bajada del Agrio, Continental y Balsa Huitrín. Se trata de mantos concordantes compuestos por una depositación sin-diagenética y una removilización "in situ" epigenética con formación de estalactitas y relleno de cavidades que solo afecta la parte superior del manto. La porción inferior del manto está formada por una alternancia de pocos mm hasta cm. de espesor de carbonatos y celestina conformando la textura cebrada. Las capas pueden ser paralelas o presentar rasgos correspondientes a grietas de desecación o presentar evidencia de deslizamiento subácueo. En Balsa Huitrín el manto tiene de 6 a 7 metros de potencia y aflora unos 1000 metros a lo largo del rumbo. Las ritmitas, al microscopio, están formadas por bandas de cristales fibroradiados de celestina pura alternando con bandas de celestina de igual hábito intercrecidas con abundante dolomita.

En cuanto a los "yacimientos vetiformes epigenéticos formados por soluciones descendentes", la mina "San José" es la más representa-

tiva de este tipo. Se ubica en el ala occidental del anticlinal del Cerro Rayoso, mientras que en la oriental se encuentran las minas del grupo Continental. Se trata del relleno de un sistema de fallas tensionales secundarias, subparalelas a una principal de carácter inverso que pasa por el río Pichi Neuquén. El relleno está constituido por baritina con texturas coliformes de aspecto chorreado descendente. Se interpreta que este depósito se originó a partir del manto mineralizado suprayacente, que en este flanco del anticlinal está ausente por erosión tectónica actuando la solubilidad diferencial del $Ba SO_4$ y $Sr SO_4$ que hizo migrar al segundo y precipitar baritina. La mina "Julieta" situada en Aguada de las Mulas y la mina "Barreal", en el cerro Rayoso pertenecen a este mismo tipo.

Los yacimientos más importantes desde el punto de vista económico, por calidad y reservas, pertenecen a los distritos Bajada del Agrío, Continental y Balsa Huitrín.

Mina Omega

Esta mina está situada en el suroeste de la provincia de Mendoza, en el faldeo oriental del cerro Serrucho unos 2 kilómetros al sur de la confluencia del arroyo de Las Minas con el de Vegas Peladas y aproximadamente 30 kilómetros al oeste de Malargüe.

En esta zona afloran calizas y lutitas de la F. Puchenque, dominando la masa intrusiva del stock diorítico adamejítico del cerro Serrucho.

El depósito, escasamente explotado a cielo abierto, está formado por un filón de baritina de rumbo $N70^\circ O$, y buzamiento $70^\circ S$, alojado en el macizo diorítico. Este filón tiene unos 70 metros de longitud visible y una potencia oscilante entre 0,75 y 1,20 m. La mena está constituida exclusivamente por baritina de color blanco de hábito masivo o en cristales tabulares de 3-5 cm intercrecidos desordenadamente y con abundantes impregnaciones de óxidos de hierro. En las inmediaciones se presentan otras vetas menores aproximadamente paralelas a la anterior.

Los análisis presentados por Sarudiansky et al (1984) indican para esta mena 82,80% de Ba SO₄, 1,70% Sr SO₄.

Interpretación de los datos isotópicos

En los últimos años ha evolucionado rápidamente el conocimiento de la relación isotópica del Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ de sedimentos y de los océanos

Peterman et al (1970), Veizer y Compston (1974), en base a análisis isotópicos de estroncio en fósiles carbonáticos no reemplazados y en roca total de composición carbonática han demostrado los significativos cambios en la relación Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ que ocurrieron en el agua de mar durante el Fanerozoico. En el presente trabajo se presentan valores isotópicos de celestinas y baritinas, algunos valores de las columnas estratigráficas en las que están alojados y dos valores del vulcanismo cenozoico, presente en el área:

Para la génesis de estos yacimientos fueron propuestas varias concepciones: singenéticas y epigenéticas hidrotermales, volcanogénicas y evaporíticas.

En el cuadro 2 figuran los valores correspondientes a 36 muestras, donde constan los valores de la relación isotópica y el contenido de estroncio de algunas baritinas, yesos y calizas. Los valores de los depósitos estratoligados se corresponden a aquellos de los mares jurásicos y cretácicos relacionados. En gran parte de los yacimientos la concordancia entre los valores de la mena con las sedimentitas infra y suprayacentes es muy estrecha, mientras que en otros se aprecian diferencias que pueden deberse a factores externos. Una de ellas podría adjudicarse a los procesos que tienen lugar durante la disolución ya que los altos valores de estroncio contenidos en calizas y yesos se diluyen antes de la depositación. Otro factor mencionado por Kesler y Jones (1981), y Barbieri et al (1984) es el aporte de aguas meteóricas o aquellas provenientes del continente que poseen valores isotópicos diferentes.

También habría que considerar, tal como sostienen algunos autores, la influencia de las aguas juveniles relacionadas o no con formaciones de hidrocarburos, que como se sabe suelen contener cantidades anómalas de Sr, Ba, Ca, cloruros, sulfatos, etc., y que pueden entramparse para formar concentraciones de celestina a baritina. Asimismo podría tener influencia el calentamiento, por fuentes magmáticas o por soterramiento, que daría lugar a variaciones en los valores isotópicos.

Por último debe destacarse la importancia de los procesos diagénéticos precoces y tardíos en acumulaciones sedimentarias.

Conclusiones

Los análisis isotópicos del estroncio han contribuido a la dilucidación de los procesos metalogénéticos de los yacimientos estratoligados considerados. Los resultados obtenidos se exponen en el cuadro N° 2, en el cual se puede observar la estrecha relación existente entre los datos correspondientes a baritinas, celestinas y facies sedimentarias asociadas como así también sus diferencias con las relaciones isotópicas obtenidas en vulcanitas y baritina hidrotermal. En la figura N° 2 se puede apreciar la correspondencia de los datos aquí expuestos con los de Peterman et al y Veizer y Compston para similares edades.

En la mina Arroyo Nuevo los valores isotópicos de la baritina son correlacionables con la edad de la F. Tábanos, Jurásico medio, a la cual se relaciona este yacimiento.

En el distrito Mallín Quemado se ha comprobado una uniformidad de los valores isotópicos de la baritina, lo que permite interpretar una estrecha relación genética para las diferentes formas geométricas en que se presentan, ya sea como manto, brecha o veta.. Las diferencias entre los valores isotópicos de baritinas con algunos yesos y anhidrita son interpretados como producto de los procesos de disolución y redepositación.

En cuanto a los depósitos correspondientes al Jurásico inferior

puede señalarse que registran características geométricas estratoligadas asociadas con las rocas calcáreas y banco de yeso. En mina Luthema la estrecha correspondencia de los datos isotópicos de la celestina, yeso y caliza dan una clara evidencia del carácter cogenético de los mismos y su desconexión con el vulcanismo terciario del área.

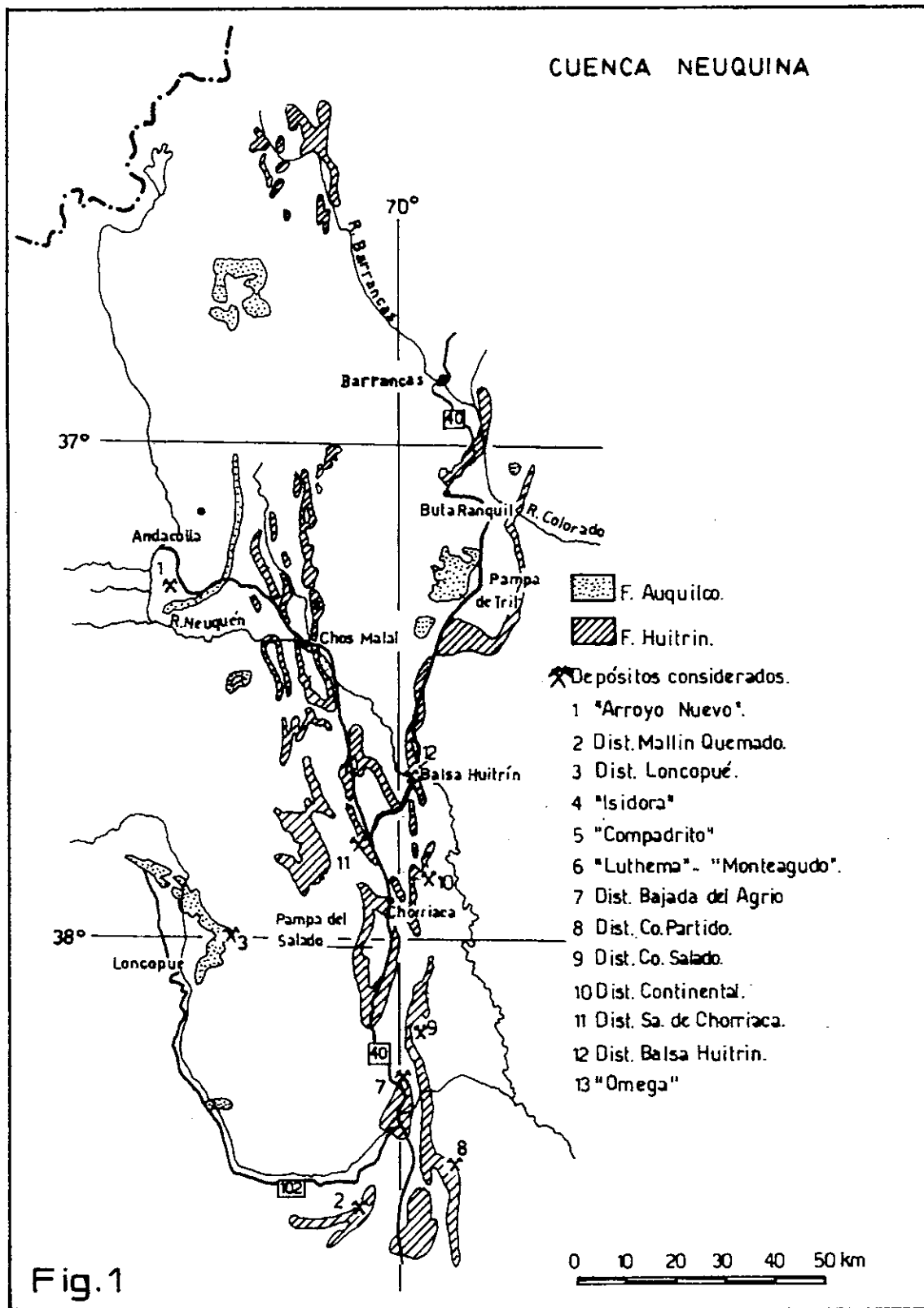
En lo que respecta a la mina El Compadrito se observa una marcada diferencia entre los valores isotópicos de la baritina en relación al yeso del área, lo que se puede interpretar por procesos de disolución como se señaló para el distrito Mallín Quemado.

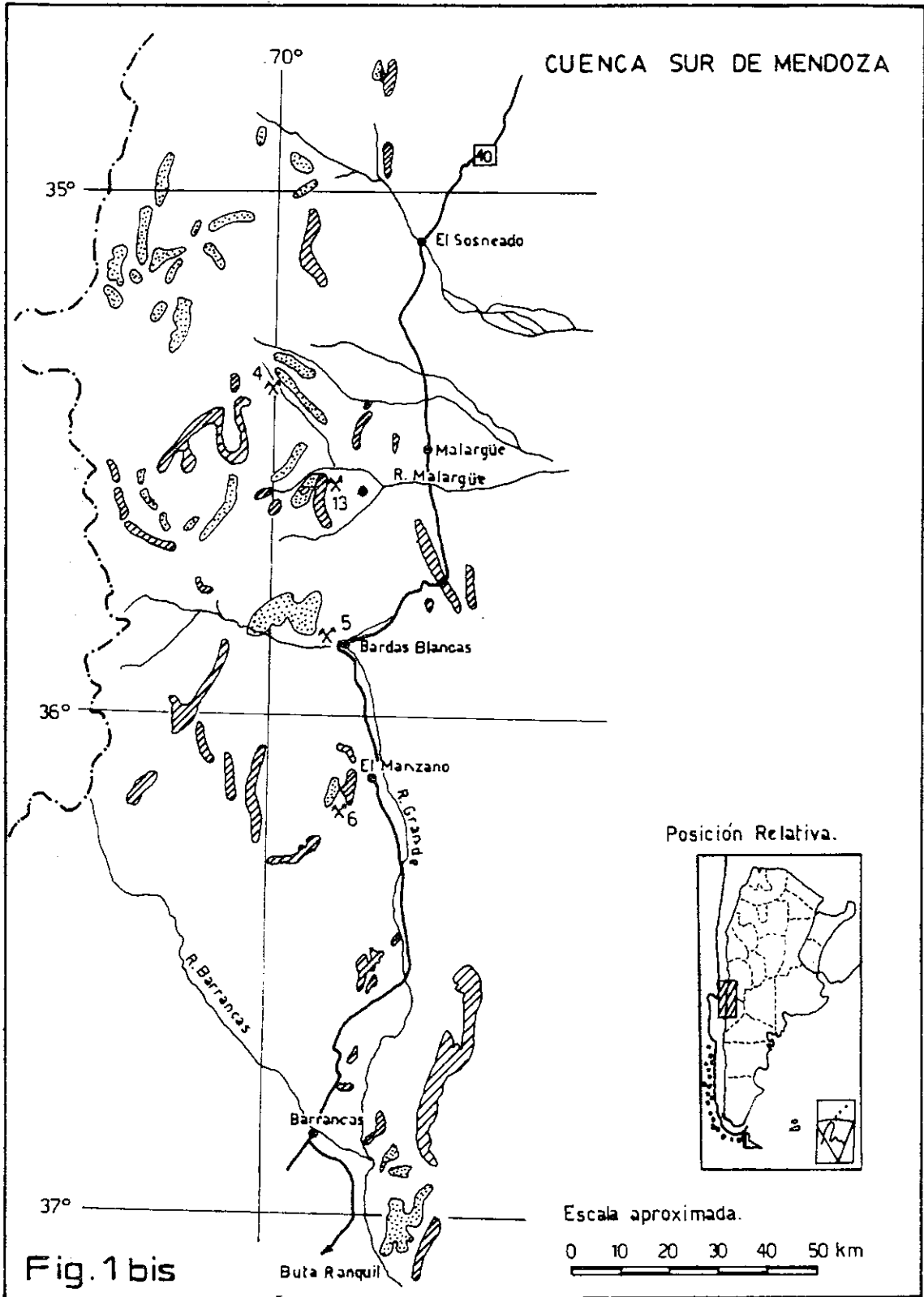
En el caso de mina Isidora las calizas que constituyen el piso y el del manto observan valores más altos; estas dos calizas presentan abundantes rasgos de disolución y recristalización. Si se considera que aguas continentales han cumplido un rol en los procesos disgenéticos es posible entonces esperar ese aumento en la relación isotópica.

Los yacimientos de celestina relacionados a la F. Huitrín se sitúan en una posición estratigráfica definida. La evolución de las litofacies configuran un ciclo sedimentario con un pasaje de un ambiente marino de circulación abierta a facies más costaneras y de circulación restringida. La secuencia a una facies supratidal de netas características penesalinas, en las que la celestina se ubica en forma constante entre las facies intertidales del ambiente penesalino. El origen evaporítico de los mantos está indicado por el control entre la precipitación de soluciones saturadas entre carbonatos y sulfatos de calcio.

Mina Omega es una típica mineralización vetiforme hidrotermal y los valores isotópicos registrados presentan una marcada diferencia con las menas relacionadas a sedimentitas marinas del Jurásico medio a Cretácico inferior, al igual que las andesitas terciarias analizadas.

Esquema estratigráfico		Cuadro N° 1		Cuenca Neuquina - Mendocina	
SUPERIOR	RIOGRANDICO	NEUQUENIANO	G. NEUQUEN	F. Río Colorado F. Río Neuquén F. Río Limay	F. Malargüe Mov. Mirámicos
		RAYOSIANO	G. RAYOSO	F. C. de la Zorra F. Ranquiles F. Huitrín (X)	F. Diamante - F. Sala
INFERIOR	ANDICO	MENDOCIANO	G. MENDOZA	F. Agrío F. Mulichinco F. Quintuco F. Vaca Muerta	M. Cieneguitas F. Mendoza M. Chachao M. Vaca Muerta
		CHACAYANO- LOTENIANO		F. Tordillo F. Auquilco (X) F. La Manga F. Lotena	Mov. Araucánicos F. Calizas d. Calabozo F. Puchenque
SUPERIOR	"JURASICO"	CUYANO	G. CUYO	F. Tábanos (X)	Mov. Sa. de Reyes
MEDIO				F. Lajas	F. El Codo F. Puesto Araya
INFERIOR				F. Los Molles	F. El Freno
JURASICO					
"BASAMENTO" PRECUYANO					





CUADRO N° 2
Valores isotópicos de Sr⁸⁷ y Sr⁸⁶

LOCALIDAD	MINERAL O ROCA	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	δ +/-	Sr (ppm)	Relacionado a
* Arr. Nuevo	baritina (manto)	0,70790	0,00005		F. Tábanos
	" " "	0,70792	0,00004		(Jurásico medio)
D. Mallín Quemado					
Achalay -	baritina	0,70791	0,00004	15000	Formación Auquilco (Jurásico superior)
- boca mina	"	0,70784	0,00004	17000	
	"	0,70795	0,00004	16500	
	yeso	0,70789	0,00004	4500	
Achalay-In-	baritina (brecha)	0,70785	0,00005	17000	
terior mina	" (veta)	0,70788	0,00004	13580	
	yeso	0,70710	0,00003	1580	
	anhidrita	0,70707	0,00003	1760	
Río Agrío	baritina (veta)	0,70788		16500	
* Luthema	celestina (manto)	0,707220	0,000052		
	yeso	0,707203	0,000057		
	caliza	0,707208	0,000055		
* Compadrito	baritina (manto)	0,708383	0,000049		
	" "	0,708314	0,000019		
	yeso	0,707208	0,000040		
* Isidora	baritina (manto)	0,706624	0,00003		
	" "	0,706647	0,000025		
	yeso	0,706622	0,000047		
	"	0,706647	0,000038		
	caliza (piso)	0,707548	0,000025		
	" (techo)	0,707591	0,000028		
	"	0,706671	0,000031		
D. Bajada del Agrío					
* Sta. Bárbara	celestina (manto)	0,7072	0,0004		Formación Huitrín (Cretácico inferior)
	baritina	0,7070	0,0005	7000	
	yeso	0,7077	0,0002	1040	
* Santa Ana	yeso	0,7077	0,0002	1100	
D. Co. Salado					
* El Olvido	celestina (manto)	0,7072	0,0005		
* La Corrida	celestina (manto)	0,7072	0,0005		
Cerro Salado	caliza	0,7078	0,0003	350	
* San José	baritina (veta)	0,7072	0,0005	5000	
* El Minarete	celestina (manto)	0,7071	0,0005		
* Omega	baritina (veta)	0,705164	0,00002		
Sa. Huanzaico	andesita	0,7035	0,002	Sr=565 Rb 22	
* Luthema	andesita	0,704723	0,000035		

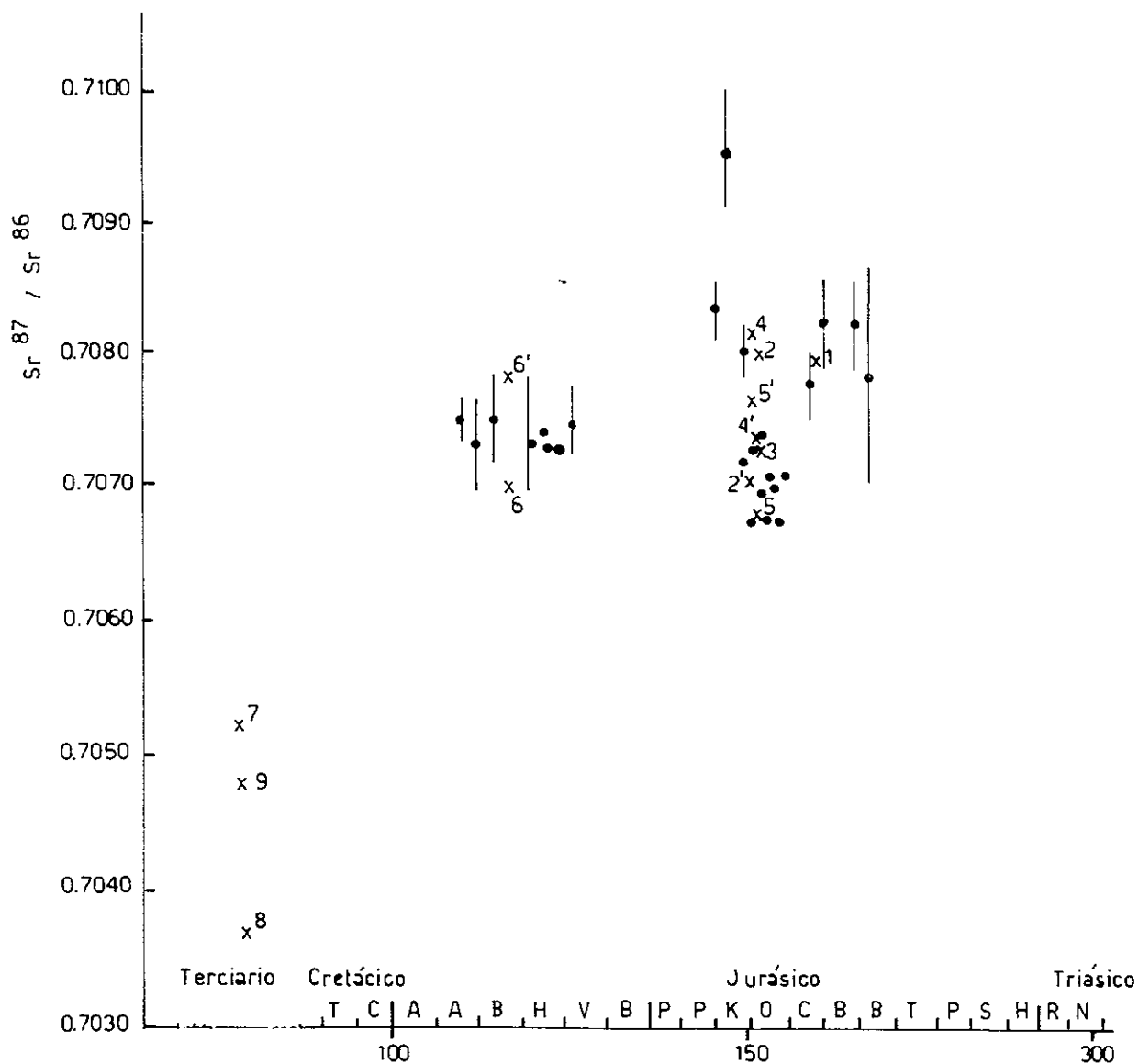


Fig. 2. Variaciones de la relación Sr^{87}/Sr^{86} adaptado de Veizer y Compston. (1974).

↑ Datos de Veizer y Compston (1974).

••• Datos de Peterman et al (1970).

x1. "Arroyo Nuevo". x2. Mallin Quemado. x3. "Luthema". x4. "Compadrito". x5. "Isidora".
x6. F. Huitrín. x7. "Omega". x8. Andesita de Sierra de Huantraico. x9. Andesita de mina "Luthema".

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Angelelli, V.; 1941. El yacimiento de baritina del cerro Mallín Quemado, Dpto. Picunches, Neuquén. D.N.G.M., inf. inéd. n° 25.
- Barbieri, M.; M.K. de Brodtkorb; S. Ametrano; V. Ramos (1981): Datos isotópicos de Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ relacionado a los yacimientos de celestina y baritina de la F. Huitrín, Prov. de Neuquén VIII Cong. Geol. Arg. II: 787 - 796.
- Barbieri, M.; M.K. de Brodtkorb; A. Brodtkorb, (1984). Nuevos datos isotópicos de Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ de yacimientos de baritina de la prov. del Neuquén. IX Cong. Geol. Arg. V: 59 - 65.
- Bengochea, A.L.; P.J. Maiza y G.R. Mas, 1984. Estudio geológico del yacimiento de celestina Mina Luthema. Depto. Malargüe, prov. de Mendoza, Argentina. IX Cong. Geol. Arg.
- Bracaccini, O.I., 1970. Rasgos tectónicos de las acumulaciones mesozoicas en las prov. de Mendoza y Neuquén, Rep. Argentina. Asoc. Geol. Arg. Rev. XXV (2): 275 - 284.
- Brodtkorb, M.K. de: V. Ramos; S. Ametrano, (1975). Los yacimientos estratoligados de celestina-baritina de la F. Huitrín y su origen evaporítico. Prov. de Neuquén, Argentina. II. Cong. Iberoamericano de Geol. Ec. Bs. As. II: 143 - 167.
- Brodtkorb, M.K. de, (1978). Génesis de yacimientos. Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén. VII Cong. Geol. Arg. 251 - 263.
- Brodtkorb, M.K. de; Ramos, V; M. Barbieri, S. Ametrano (1982). The evaporitic celestite-barite deposits of Neuquen, Argentina. Mineralium Deposita: 17: 423-436.
- Canelle, L. 1950. Yacimientos de baritina de la zona del cerro Mallín Quemado, Dpto. Picunches, Neuquén. D.N.G.M. inf. inéd. n° 288.
- Davidson, J., y J.C. Vicente (1973). Características paleogeográficas y estructurales del área fronteriza de las nacinetes del Teno (Chile) y Santa Elena (Argentina). Cordillera principal 35° a 35°15' de latitud Sur: V Cong. Geol. Arg. V: 11-55.
- Dessanti, R.N.; 1973. Descripción Geológica de la Hoja 29b, Bardas Blancas, Prov. de Mendoza. Bol. 139. Serv. Nac. Min. Geol.
- Dessanti, R.N. 1978. Descripción geológica de la hoja 28b, Malargüe Bol. N° 149. Sec. de Estado de Minería.

- de la Vega, J.A.; 1973. Estudio geológico-minero del yacimiento Arroyo Nuevo, Cura Mallín, Dpto. Minas, prov. de Neuquén. Trab. Lic. Fac. Cs. Ex. y Nat. Bs. As.
- Digregorio, J.H.; 1978. Estratigrafía de las acumulaciones Mesozoicas En: Relatorio Geología y Recursos Nat. del Neuquén-VII Cong. Geol. Arg. 37 - 65.
- Digregorio, J.H. y A. Uliana, (1976). Cuenca Neuquina. En Geol. Regional Argentina. Acad. Nac. Cs. Córdoba. 985 - 1032.
- Fontboté, Ll.; 1981. Estrata-bound Zn-Pb-F-Ba deposits in carbonate rocks tesis doctoral. Univ. Heidelberg.
- Gandin, A.; Paladino, G. Tocco, S. y Violo, M. 1973. Un esempio di deposizione stratiforme di barite nella "dolomia rigata" del Cambrico della Sardegna sud occidentale. Bol. Soc. Geol. Italiana. XCII, 2.
- Groeber, P. (1946). Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. I Hoja Chos Malal. Soc. Geol. Arg. Rev.
- Groeber, P. 1951. La alta cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30' Museo Bernard. Rivadavia. R.V. Ciencias Geológicas.
- Giulasiano, C.A., Gutierrez Pleimling. A.R. y R.E. Digregorio (1984). Análisis estratigráfico del intervalo Tithoniano-Valanginiano (Formaciones Vaca Muerta, Quintuco y Mulichinco) en el Suroeste de la provincia del Neuquén. IX Congr. Geol. Arg. Actas I p. 221-235.
- Hayase, K. y Bengochea, A.L. 1975. Consideraciones sobre la génesis de algunos yacimientos de baritina-celestina, prov. del Neuquén. II Congr. Iberoamericano Geo. Ec.
- Kesler, S. y Jones, L., 1981. Sulfur and strontium isotopic geochemistry of celestite, barite and gypsum from the Mesozoic basins of north-eastern Mexico. Chem.Geol.31: 211 - 221.
- Lambert, L.R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 35b Zapala (Neuquén). D.N.G.M., Bol. 83. Buenos Aires.
- Leanza, A., 1945. Amonites del Jurásico superior y Cretácico inferior de la Sierra Azul en la parte meridional de la provincia de Mendoza, Anales del Museo de La Plata. Nueva Serie. Paleont. Secc. A n° 6, vol. I. La Plata.
- Leanza, H., y C.A. Hugo (1977). Sucesión de amonites y edad de la Formación Vaca Muerta y Sincrónicas entre los paralelos 35° y 41° L.S. Cuenca Neuquina-Mendocina, Asoc. Geol. Arg. Rev. XXXII (4): 248-264. Bs. As.

- Leanza, H., Marchese, H. y J.C. Riggi (1977). Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la F. Vaca Muerta entre los paralelos 35° y 40° S., Cuenca Neuquina-Mendocina. *Asoc. Geol. Arg. Rev.* XXXII (3): 190-208.
- Loza, J.S. (1973). Estudio del yacimiento de baritina "4 de Noviembre" Dpto. Pícnches, prov. del Neuquén, Tesis Licenciatura UNBA. Inédito
- Lyons, W., Muñiz y Asoc. (1978). Planta o plantas regionales de tratamiento y beneficio de minerales de Ba, Neuquén, Cons, Fed. Inv. Bs.As
- Malumián, N., F.E. Nullo, V.A. Ramos (1983). The Cretaceous of Argentina, Chile, Paraguay and Uruguay. *The Phanerozoic Geology of the World II: The Mesozoic*, B. Chapter 9, 265-304.
- Marchese, H. (1971). Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, prov. del Neuquén, Rep. Argentina. *Asoc. Geol. Arg. Rev.* XXVI (3). 343-410.
- Nacuchio, H. (1973). Estudio geológico económico del yacimiento de baritina Santa Bárbara. Tesis Licenciatura UNBA. Inédito.
- Navarro, H. (1983). Geología estructural y economía de la mina Achalay Norte, Dpto. Pícnches, Neuquén. II Cong. Geol. Ec. San Juan. I: 285-299.
- Oliveri, J., Zakalik, B. y M. Juárez (1964). Estudio geológico económico preliminar de yacimientos de baritinas de la prov. del Neuquén. *Inst. de Inv. Mineras, Univ. Nac. Cuyo. D.N.G.M. Inf. Inéd. n°1046.*
- Riccardi, A.C. (1983). The Jurassic of Argentina and Chile. *The Phanerozoic Geology of the World. II The Mesozoic*, B. Chapter 8, 201-263.
- Salaberry, C.A., (1982). Informe definitivo de las áreas de reserva provincial n°5 Arroyo de las Minas y n°6 Cerro de la Virgen. *Servicio Minero Nac. Plan Mendoza, Inf. Inéd. Mendoza.*
- Sarudiansky, R.M. y F.C. del Carril (1984). Los yacimientos de baritina y celestina de la prov. de Mendoza. XI Cong. Geol. Arg. V, 452-473.
- Stipanovic, P.N. (1966). El Jurásico de la Vega de la Veranada (Neuquén) El oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz-Yaila) en Argentina. *Asoc. Geol. Arg. Rev.* XX N°4, 403-478.
- Stipanovic, P.N. (1969). El avance en los conocimientos del Jurásico argentino a partir del esquema de Groeber. *RAGA XXIV*, N°4, 367-388.
- Veizer, J. y W. Compston (1974). Sr^{87}/Sr^{86} Composition of sea water during the Phanerozoic. *Geoch. et Cosm. Acta* 38: 1461-1484.
- Yrigoyen, M. (1979). Cordillera Principal. En *Geología Regional Argentina Acad. Nac. de Cs. de Córdoba.*