

GEOLOGIA Y ESTRUCTURA DE LAS SALINAS DE HUITRIN, PROVINCIA DEL NEUQUEN

Wilfredo A. Lyons

RESUMEN

Las Salinas de Huitrín se ubican a unos 180 km al norte de la ciudad de Zapala, en la zona centro occidental de la provincia del Neuquén. En diversas oportunidades se intentó su explotación, los cuales fueron abandonados por diversos motivos, estando en la actualidad inactivas.

La geología de la zona de Huitrín es conocida desde principios de siglo como consecuencia de las investigaciones petroleras llevadas a cabo en la región. Las rocas del área están constituidas por sedimentitas cretácicas, transicionales de un ambiente marino a uno continental. La secuencia del área tiene como miembro más antiguo a la Formación Agrio, a la cual siguen las Formaciones Huitrín, Ranquiles, Cañadón de la Zorra y Carranza.

La Formación Huitrín está conformada por cinco pisos o miembros denominados: Chorreado, Tronco, Tosca, Salina y Rincón, de los cuales sólo los tres últimos afloran en el área de las salinas. El Miembro Salina, el más importante económicamente, alcanza un espesor total aparente de 228,5 m y está constituido por una alternancia de bancos de sal (24,9 %), horizontes de yeso - anhidrita (6,8 %), arcilitas y lutitas (52,4 %) y areniscas (15,9 %).

Los bancos de sal son varios y alcanzan a tener espesores de hasta 20 m, caracterizándose por su marcada continuidad, especialmente a lo largo del flanco oriental del anticlinorio de Huitrín. Los bancos de sal están constituidos principalmente por halita y escasísimos carbonatos y anhidrita, acompañados por impurezas arcillosas. Los bancos de sal tienen un tenor promedio, dado por muestreo, de 96,5 % de ClNa.

La región está deformada en varios pliegues de orientación meridiana predominante, entre los cuales destaca el anticlinal de Huitrín, con una extensión cercana a los 40 km. La estructura de Huitrín es considerada como un anticlinorio, pues el comportamiento de los Miembros Tosca, Salina y Rincón de la Formación Huitrín son esencialmente diferentes entre sí. En esta estructura anticlinórica se destaca la constituida por las calizas del Miembro Tosca, que constituyen el núcleo del antiforame, pero que al mismo tiempo han dado lugar a la formación de un pliegue diapírico central.

Una recopilación de las manifestaciones salinas de la Formación Huitrín indica para esta unidad geológica una extensión norte-sur de por lo menos 400 km y una amplitud este-oeste cercana a los 150 km. Las manifestaciones conocidas de la Formación Huitrín se extienden desde el centro de la provincia de Mendoza hasta el norte de la ciudad de Zapala, en la provincia del Neuquén.

ABSTRACT

The Salinas de Huitrín are located 180 km north of Zapala city, in the central part of the province of Neuquén. Several attempts to mine this mineral resource were tried, but for unknown reasons they failed, being inactive at the present moment.

The regional geology of the Salinas de Huitrín is known since the early years of the present century, when oil resources investigations were conducted. Cretaceous sedimentary rocks underlie the area, that have a clear transitional character from a marine to a continental environment. The rock sequence has as its oldest unit the Agrio Formation, followed by the Huitrín, Ranquiles, Cañadón de la Zorra and Carranza Formations.

The Huitrín Formation is constituted by five members known as Chorreado, Tronco, Tosca, Salina and Rincón, of which only the last three are known in this area. The Salina Member, which is the most important in an economic sense, has a total apparent thickness of 228,5 m, and is constituted by: salt beds (24,9 %), gypsum - anhydrite horizons (6,8 %), argillites and lutites (52,4 %) and sandstones (15,9 %).

In the Salina Member there are several salt beds that reach up to 20 m in thickness, specially along the eastern flank of the Huitrín anticlinorium. The salt beds are constituted basically by halite and very minor carbonates and anhydrite, with some accompanying silty impurities. The salt beds have an average content of 96,55 % ClNa.

The region is folded in ample structures with a predominant north-south orientation. Of the several folds present in the area, the Huitrín anticlinorium, with its nearly 40 km length, constitutes one of the outstanding features present. The Huitrín structure is defined as an anticlinorium due to the marked differences in the behaviour of the Tosca, Salina and Rincón Members within the entire geologic unit. In this anticlinorium it is noteworthy the Tosca Member limestone core that has formed through flexuring a faulted central diapiric fold.

A compilation of salt manifestations of the Huitrín Formation shows that this geological unit has at least a 400 km north-south extension and an amplitude close to 150 km in its central part. The known salt manifestations of the Huitrín Formation extend from the central part of the province of Mendoza to close to Zapala, in the province of Neuquén.

INTRODUCCION

Las Salinas de Huitrín, ubicadas en el centro oeste de la provincia del Neuquén, constituyen uno de los depósitos minerales potencialmente de mayor significación dentro de los recursos naturales de dicha región. El complejo de sedimentitas mesozoicas que conforman la Formación Huitrín, portadoras de potentes horizontes de sal de roca, es conocida regionalmente sobre una extensión de por lo menos 400 km en dirección norte-sur y una amplitud este-oeste máxima de unos 150 km.

Depósitos de este tipo usualmente contienen importantes horizontes con sales de potasio, magnesio y otros elementos, que los ubican entre los principales productores de esas sustancias. Los extensos depósitos de potasio de Stassfurt en Alemania, de Saskatchewan en Canadá, Carlsbad en Estados Unidos y Solimansk en la URSS, constituyen los ejemplos más y mejor conocidos.

Ante la perspectiva ofrecida por depósitos de esta magnitud en cuanto al potencial contenido en sal, como a la posibilidad de que los mismos constasen con horizontes portadores de valores en otros elementos, como potasio, litio o magnesio, se estudiaron en forma amplia las manifestaciones salinas de Huitrín. Este estudio fue ejecutado por el Consejo Federal de Inversiones, quién así procedía a satisfacer un anhelo de la provincia del Neuquén relacionado con este recurso (Lyons, 1980).

Las Salinas de Huitrín son conocidas desde principios de este siglo por viajeros y estudiosos que visitaron la región, pero posiblemente fueron aprovechados con anterioridad por la población autóctona de la zona. Durante la década del 40 se inició una precaria explotación de los bancos salinos pero por dificultades varias de la época esta tuvo una efímera existencia. Con posterioridad, no se intentó ninguna tentativa de explotación, estando actualmente la zona protegida por un Área de Reserva Minera Provincial.

ESTUDIOS ANTERIORES

La Formación Huitrín, del Cretácico medio, fue tratada con cierta amplitud por los diversos autores que estudiaron el Mesozoico neuquino. Los primeros estudios geológicos regionales del Neuquén trataron con mucha amplitud los estratos fosilíferos del Mesozoico medio pero sin llegar a definiciones precisas sobre su estratigrafía. Recién Wichman (1927) y Groeber (1929), prestan más atención a la estratigrafía regional, pero es Groeber (1936) quien trata con

más detenimiento la estratigrafía de las afloraciones de sal gema tanto en Huitrín como en Chos Malal y Pampa de Tril. En estudios más completos, Herrero Ducloux (1939) y Roll (1939) introducen el nombre de Bajada Colorada para aquellos estratos equivalentes a los horizontes salinos, pero al sur de la dorsal neuquina. Es recién Loomis (1940) quién denomina Formación Huitrín al conjunto sedimentario transicional conteniendo los bancos de sal y de yeso-anhidrita.

Groeber (1946) es el primero que estudia con detenimiento a la Formación Huitrín en su localidad tipo y en base al reconocimiento regional de la misma, divide a este paquete sedimentario en cinco pisos, cuyas características hace resaltar. Por su parte Herrero Ducloux (1946) restringe la definición de Formación Huitrín sólo a dos de los miembros identificados por Groeber, mientras que Padula (1947; 1950) mantiene la vigencia del nombre dado por Loomis. Outon (1956) reconoce a la Formación Huitrín al sur de la localidad tipo, pero sin observar su contacto inferior, en tanto Braccacini (1964) considera que sólo las arcillas blandas con yeso y sal representan a la Formación Huitrín, mientras que el resto pertenecen al Grupo Mendoza (infrayacente) y al Grupo Rayoso (super-yacente). Cangini (1968) divide a la Formación Rayoso en cinco miembros y asigna la Formación Huitrín al Yeso de Transición (Salina), que es uno de los pisos de Groeber, mientras que Stipanovic (1967) le da mayor amplitud, al igual que De Ferraris (1968), que a la misma sección le da el nombre de Formación Rayoso. Di Gregorio (1972) resume las denominaciones aceptadas y la edad que les corresponde, pero separa los dos pisos superiores de Groeber y los asigna al miembro inferior de la Formación Rayoso.

Posteriormente Freytes (1970), se adhiere a la división dada por Cangini pero mantiene la denominación de Formación Huitrín a la que se denomina Yeso de Transición e introduce una nueva nomenclatura a las varias unidades de la Formación Rayoso. En la Hoja 32b (Chos Malal), Zollner *et al.* (1973) ubica el Yeso de Transición y los miembros subyacentes a la Formación Agrio, pero Holmberg (1976) en la vecina Hoja 32c (Buta Ranquil) conserva la denominación de Formación Huitrín sin el yeso de Transición. Uliana *et al.* (1975) asigna los tres pisos superiores de la Formación Huitrín de Groeber (miembros Rincon, Salina y Tosca) a la Formación Rayoso, e incluye a los dos pisos inferiores (miembros Tronco y Chorreado) en el

Grupo Mendociano, separación esta que es mantenida por Di Gregorio y Uliana (1980) e Irigoyen (1980).

En la Hoja 33c (Los Chihuidos Norte), Ramos (1981) discontinúa el uso del Miembro Chorreado, restringiendo el concepto de Formación Huitrín a los Miembros Salina y Tosca, asignando el Miembro Rincón a la Formación Rayoso y el Miembro Tronco a la Formación Agrio.

En todas estas referencias de la Formación Huitrín, compuesta por litofacies transicionales entre un ambiente marino a uno continental, la atención prestada a los horizontes salinos fue limitada a sus principales aspectos geológicos regionales. El primero que menciona a Huitrín como recurso salino fue Leguizamón (1920), al cual le sigue Gerez (1935), quién examinó, además, otros depósitos salinos de la Formación Huitrín de la región. Groeber (1936, 1943 y 1946) estudió los afloramientos de los bancos de sal de roca neuquinos, pero sin aportar mayores datos de índole económica, pero siendo este autor el primero que determinó los cinco pisos de la Formación Huitrín, cuya vigencia se discute hasta el presente. Recientemente Hogg *et al.* (1965) estudian la zona por su potencial salino, al igual que después Cordini (1967), Holmberg *et al.* (1971) y últimamente Angelelli *et al.* (1976). En esta misma época Brodtkorb *et al.* (1975) estudian las manifestaciones de celesto-baritina de la Formación Huitrín al sudoeste de las salinas, señalando los asomos de halita en dichas sedimentitas. Las extensiones conocidas en otras zonas de los bancos salinos de esta formación fueron también evaluados y estudiados, punto este que será tratado más adelante.

ESTRATIGRAFIA

La región de Huitrín está constituida esencialmente por sedimentitas cretácicas de los Grupos Mendoza y Rayoso, y terciarias. En el sector norte coladas basálticas recubren buena parte del relieve.

a) Cretácico

Grupo Mendoza

Formación Agrio

Es la unidad litológica más antigua del área, aflorando en el sector oriental sobre un reducido ámbito (figura 1). Está constituida por arcilitas, lutitas y margas arenosas, con intercalaciones de bancos de calizas lumachélicas. Las psamitas arcillo-margosas integran el tramo alto de esta formación. La estratificación es paralela e irregular

en los miembros inferiores y algo masiva en los miembros superiores. Estas sedimentitas representan depósitos neríticos a sublitorales indicativos de un avance del mar, donde pueden observarse ciclos completos de transgresión y regresión. En esta zona la Formación Agrio está representada predominantemente por arcilitas y margas arenosas. El espesor completo de esta formación es, según Di Gregorio (1972), de 722 a 1602 m.

Grupo Rayoso

Formación Huitrín

Está constituida por cinco miembros (Groeber, 1946), que son desde abajo: Chorreado, Tronco, Tosca, Salina y Rincón. En la zona de Huitrín sólo afloran los tres miembros superiores, al igual que en zonas vecinas (Hogg *et al.*, 1965). El concepto original de considerar a la Formación Huitrín constituida por cinco miembros ha sido modificado, incorporándose los miembros Chorreado y Tronco al Grupo Mendoza, manteniéndose los tres miembros superiores en el Grupo Rayoso (Di Gregorio *et al.*, 1980; Irigoyen, 1980 y Ramos, 1981). A la Formación Huitrín se le asigna una edad aptiano albiana.

Miembro Chorreado. No aflora en la zona. Está constituida por areniscas blandas y arcillas verdosas a amarillentas, hasta rojizas, con banquitos de sal.

Miembro Tronco. No aflora en el área. Está compuesto por areniscas de color bayo, ocre, siena, a veces rosadas, con bancos de yeso en forma de lentes alargados, intercalados con arcillas verdes.

Miembro Tosca. Aflora en el núcleo del anticlinorio de Huitrín (figuras 1 y 2), constituyendo un pequeño cordón que se extiende unos 5500 m en dirección nor-noroeste. En su límite superior es concordante con la base del Miembro Salina y está caracterizado por un horizonte continuo en toda su extensión de yeso-anhidrita de un espesor superior a los 30 m y de no menos de 8 m. Su base no es visible en ningún sector, pues el límite oeste de este miembro está dado por una falla regional inversa, que desaparece en ambos extremos del núcleo anticlinal (figura 2).

En los núcleos de algunos pliegues secundarios del Miembro Salina (a en figuras 2 y 4), del anticlinorio de Huitrín se observan reducidas ventanas erosivas que muestran las calizas del Miembro Tosca.

El Miembro Tosca está constituido por calizas dolomíticas y bancos de calcarenitas, con intercalaciones de horizontes de yeso-anhidrita de

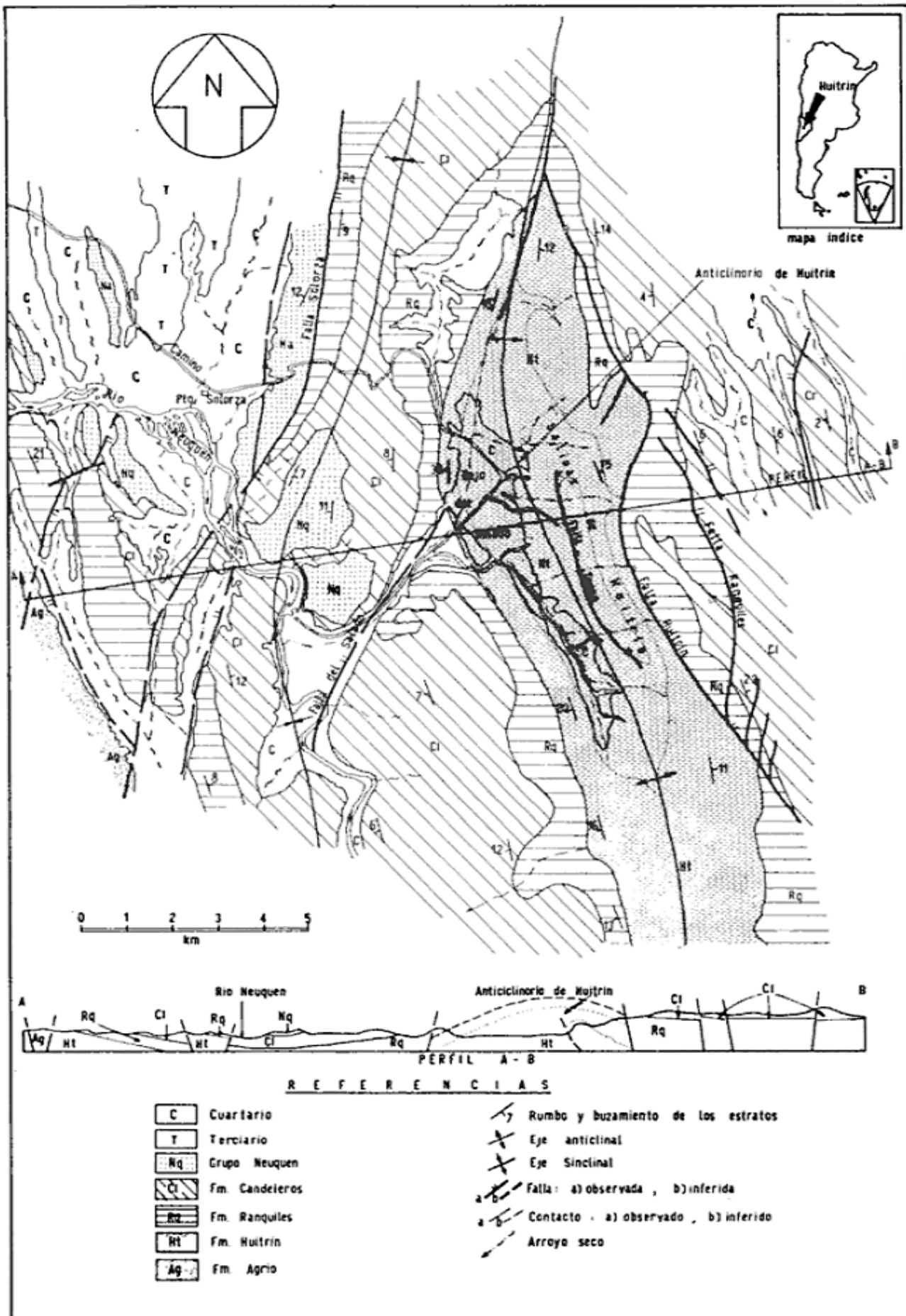


Figura 1: Mapa geológico de la región de Huitrín.

variados espesores (1 a 5 m). Las calizas son azuladas, gris oscuras a negras, compactas, con una marcada estratificación y, en partes, con cierto carácter lajoso. El carácter lajoso está acentuado como consecuencia de la intensa deformación sufrida por el núcleo del Miembro Tosca. En partes de la secuencia existen bancos de calizas lumachélicas de 0,5 a 1,5 m de espesor, cuyos fósiles más característicos están dados por *Melania macrochilenoides*, Doello Jurado; *Orbicula* sp y otros (Di Gregorio, 1972). Intercalados a las calizas existen horizontes yeso-anhidrita, blancos, de textura sacaroida y usualmente de gran extensión lateral, cuyos espesores oscilan entre 1 y 5 m, salvo el superior, en contacto con el Miembro Salina, que alcanza a tener cerca de 30 m.

Los horizontes de yeso-anhidrita del Miembro Tronco están muy deformados por efecto del tectonismo que afectó el área en general y a este miembro en particular. Estructuras tales como *boudinage*, pliegues de arrastre, brechamiento, recristalización, estrangulamientos y espesamientos (los amasamientos de Irigoyen, 1980) y fallas de diverso carácter, son comunes en todos los horizontes de yeso-anhidrita. En todos los casos estas estructuras se conforman con la estructura del núcleo del Miembro Tosca. En forma general los horizontes de yeso-anhidrita están profundamente cizallados, donde las fracturas o cizas, tienen una traza ondulante alrededor de los lentes deformados cuyas dimensiones oscilan de 5 a 20 cm de largo y de 1 a 3 cm de espesor. Recristalización completa del yeso-anhidrita en cristales de hasta 7-10 cm de largo, por efectos dinamo-térmicos, es frecuente en ciertos sectores de los horizontes.

Los horizontes de yeso-anhidrita son de gran extensión lateral, excediendo los límites del núcleo del Miembro Tosca. No se observa lenticularidad de dichos horizontes, por lo menos en la zona en cuestión.

El espesor del Tosquense no es determinable por tener oculta su base por efectos de la falla inversa que afectó al conjunto, pudiendo estimarse que localmente tiene entre 180 y 200 m.

Miembro Salina. Es el miembro salino de la Formación Huitrín y tiene un amplio desarrollo en todo el ámbito del anticlinorio, destacándose por su relieve negativo en contraposición a los relieves positivos de los miembros Rincón (suprayacente) y Tosca (infrayacente). Está constituido por un conjunto de lutitas y areniscas, con intercalaciones de horizontes de sal de roca y yeso-anhidrita. Las lutitas son generalmente grises a verdosas claras, finamente bandeadas en

capitas de 2 a 20 mm de espesor y muy compactas en su conjunto, intemperizándose a formas redondeadas. Las areniscas son compactas y algo friables; se presentan en tres horizontes de 6,0; 12,5 y 18,0 m de espesor respectivamente de abajo hacia arriba, son grises, de grano fino (diámetro máximo 0,5 mm), con estratificación marcada por láminas oscuras lutíticas. Los bancos de yeso-anhidrita tienen espesores que oscilan entre 0,20 y 5,00 m. El yeso-anhidrita es microcristalino, compacto, de color blanco, sin presentar deformaciones o cizallamientos de importancia; los horizontes de yeso-anhidrita de pocos decímetros de espesor son lenticulares y normalmente de extensiones laterales reducidas. Los bancos de sal de roca alcanzan espesores de pocos decímetros hasta un máximo de 21 m; en general es blanca, de grano mediano a grueso (3 a 6 mm), usualmente sacaroida y con una buena estratificación marcada por delgadas láminas de un material arcilloso, que por intemperización adquiere colores oscuros que hacen resaltar el bandeamiento.

El Miembro Salina con el Miembro Tosca tienen un claro carácter concordante, siendo neto el cambio litológico de calizas y banco de yeso-anhidrita subyacentes, a las lutitas superyacentes (figuras 3 y 4). El pasaje del Miembro Salina al Miembro Rincón muestra leves discordancias locales de bajo ángulo.

Intraformacionalmente, el Miembro Salina presenta diatremas de bajo ángulo entre sus diversos tipos litológicos. En el sector norte del anticlinorio un banco de yeso se asienta discordantemente sobre una superficie erodada en lutitas y un horizonte de sal. Estas diastemas pueden deberse, más que a movimientos epigénicos verticales o basculantes, al asentamiento diferencial por diagenización de la secuencia lutitas - sal - yeso-anhidrita, durante el proceso de sedimentación del conjunto.

El espesor del Miembro Salinense, determinado en el ala oriental del anticlinorio, carente de acentuadas deformaciones, es de 228,5 m.

Miembro Rincón. Con esta unidad roca culmina el proceso de transición de un ambiente subácueo generalizado a un ambiente continental. La transición del Miembro Salina al Miembro Rincón es generalmente concordante, no obstante ello existen diastemas de bajo ángulo en ámbitos relativamente extendidos.

El Miembro Rincón está constituido por areniscas finas, con granos de cuarzo de 0,1 a 0,5 mm de diámetro, ligeramente micáceas y argílicas. En su sección inferior presenta banquitos de 10 a 15 cm de espesor de argilitas y

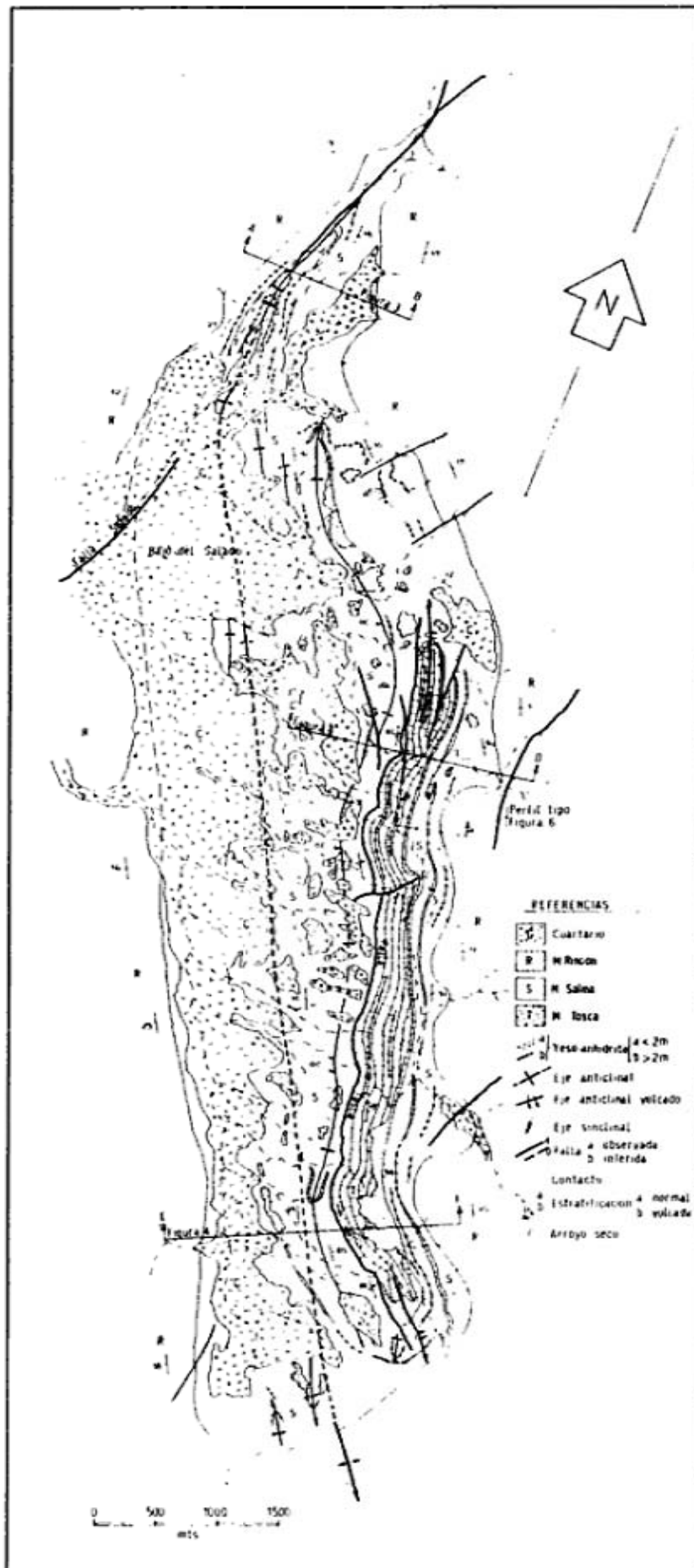


Figura 2: Mapa geológico de las salinas de Huitrín.

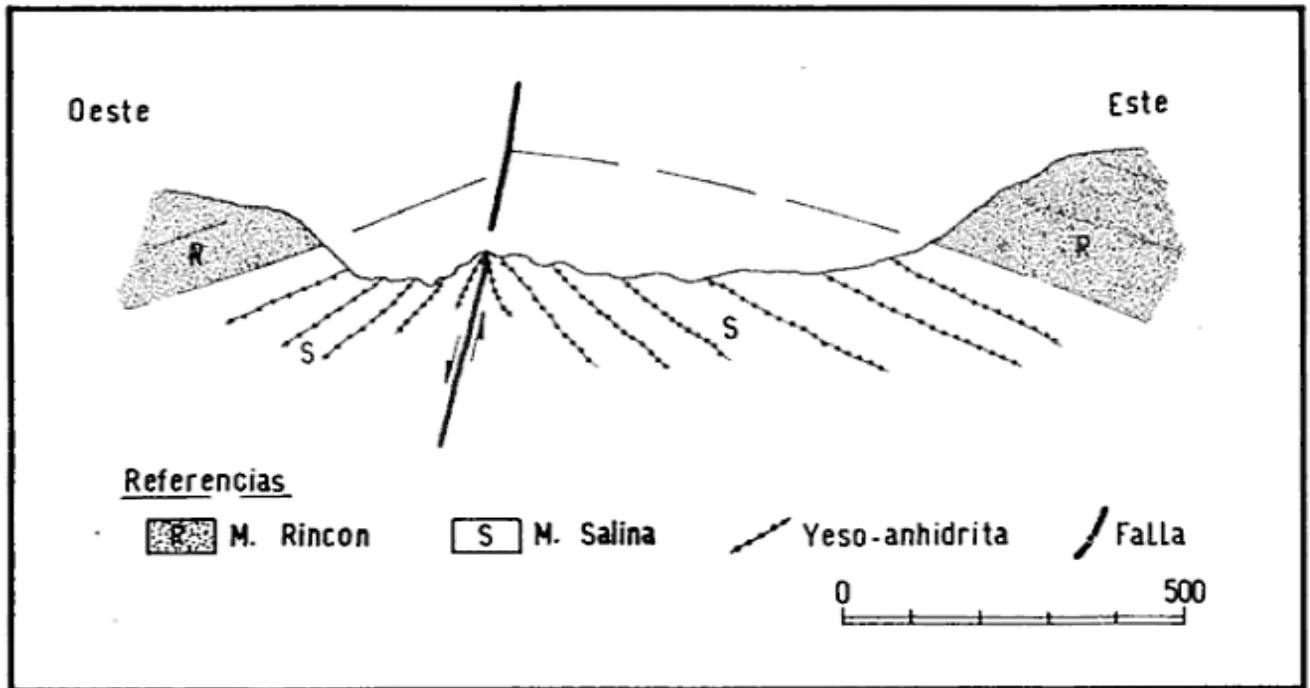


Figura 3: Sección A-B, cierre norte del anticlinorio.

limolitas verdes y rojizas. Las areniscas son de color rojizo o pardo, con algunos bancos de 0,5 a 3,0 m de espesor de color bayo claro. Estratificación cruzada es frecuente. En los horizontes de areniscas micáceas y limolitas es común la presencia de ondulitas. Las areniscas son friables y poco compactas.

El Miembro Rincón presenta una secuencia característica en todo el perímetro del anticlinorio de Huitrín. En su base, asentada con frecuentes discordancias de bajo ángulo, sobre las lutitas del Miembro Salina, tiene un horizonte de 6 a 8 m de espesor de areniscas finas, rojizas, con estratificación cruzada. Le sigue un banco de areniscas arcilíticas y limosas de 38 a 40 m de espesor, de color gris claro a bayo claro. En este horizonte se presentan intercalaciones de estratos de arcilitas y limolitas gris verdosas. Encima y hasta pasar a la Formación Ranquiles, son areniscas rojizas finas, con estratificación cruzada. El espesor del Miembro Rincón es cercano a los 120 m.

Formación Ranquiles

Miembro Quili Malal (Uliana *et al.*, 1975). El Miembro Quili Malal, denominado Formación Ranquiles por Freytes (1970), está constituido por limolitas hasta fangolitas micáceas, pardas, rojas oscuras, verdes y grises, bien estratificadas en capas finas y de gran extensión lateral. Tiene capas de yeso intercaladas. Estas limolitas se presentan en bancos de aspecto terroso, friables, aunque tiene bancos tenaces y compactos de grano grueso. Este miembro es rápidamente identificable por su característica estratificación en estratos delgados y multicolores.

El límite superior de este miembro está dado por una discordancia angular de bajo ángulo, de gran amplitud y sobre la cual se asienta el Miembro Pichi Neuquén.

En la zona de Huitrín el Miembro Quili Malal está muy bien desarrollado, así como también en el flanco oriental del anticlinal Chulengo, más al naciente. El espesor de este miembro varía según la zona donde fue observada, así, Cangini (1968)

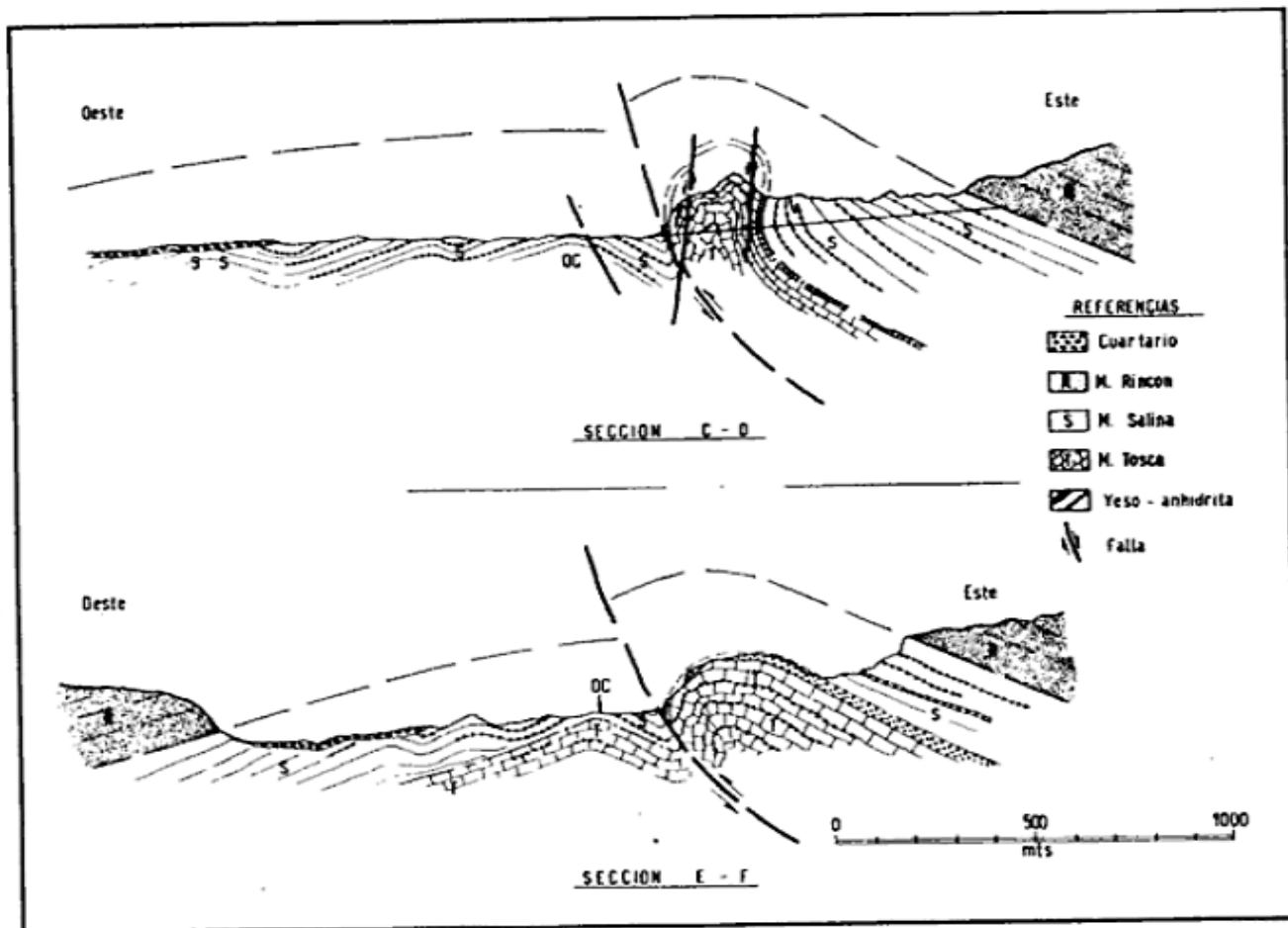


Figura 4: Secciones transversales del núcleo Tosquense.

midió 115 m en el Paso Huitrín sobre el río Neuquén y 623 m en el río Agrío.

Miembro Pichi Neuquén (Uliana *et al.*, 1975). Denominado Formación Cañadón de la Zorra por Freytes (1970), está constituido por areniscas finas a medianas, laminares, arcósicas y muy muscúvicas, de color rojizo claro a rojo ladrillo. En extensas zonas se encuentra lixiviadas a colores bayos. Intercaladas irregularmente presentan horizontes delgados de limolitas y arcilitas. En el cañadón de la Zorra, las areniscas son algo limosas, compactas y micáceas, de colores rojo claro a rojo ladrillo, estratificadas en bancos gruesos y estratificación cruzada de bajo ángulo. En la zona, es de litología constante y fácilmente identificable.

El límite inferior de este miembro está dado por el primer banco arenoso que se asienta sobre la discordancia del Miembro Quili Malal y el límite superior por el último banco arenoso donde se asienta el Miembro Morado de la Formación Candeleros. El espesor de este miembro alcanza

a los 150 m en el cañadón de la Zorra, en cambio en el cañadón de las Máquinas tiene sólo 39 m (Freytes, 1970).

Grupo Neuquén

El Grupo Neuquén está bien representado al norte de esta región donde fue estudiado por Marcón (1975) y Ramos (1981), quienes distinguen:

Formación Candeleros

Está compuesta por areniscas, conglomerados finos y limolitas de colores pardo rojizo y pardo violeta oscuros con tientes morados y grises, estratificados en bancos duros, medianos a gruesos, con gran desarrollo de estratificación cruzada (Freytes, 1970). Esta entidad, conocida también como Areniscas Candeleros (Loomis, 1940) y Formación Carranza (Freytes, 1970), tiene una gran distribución areal y alcanza un espesor de 270 m en el Paso Huitrín.

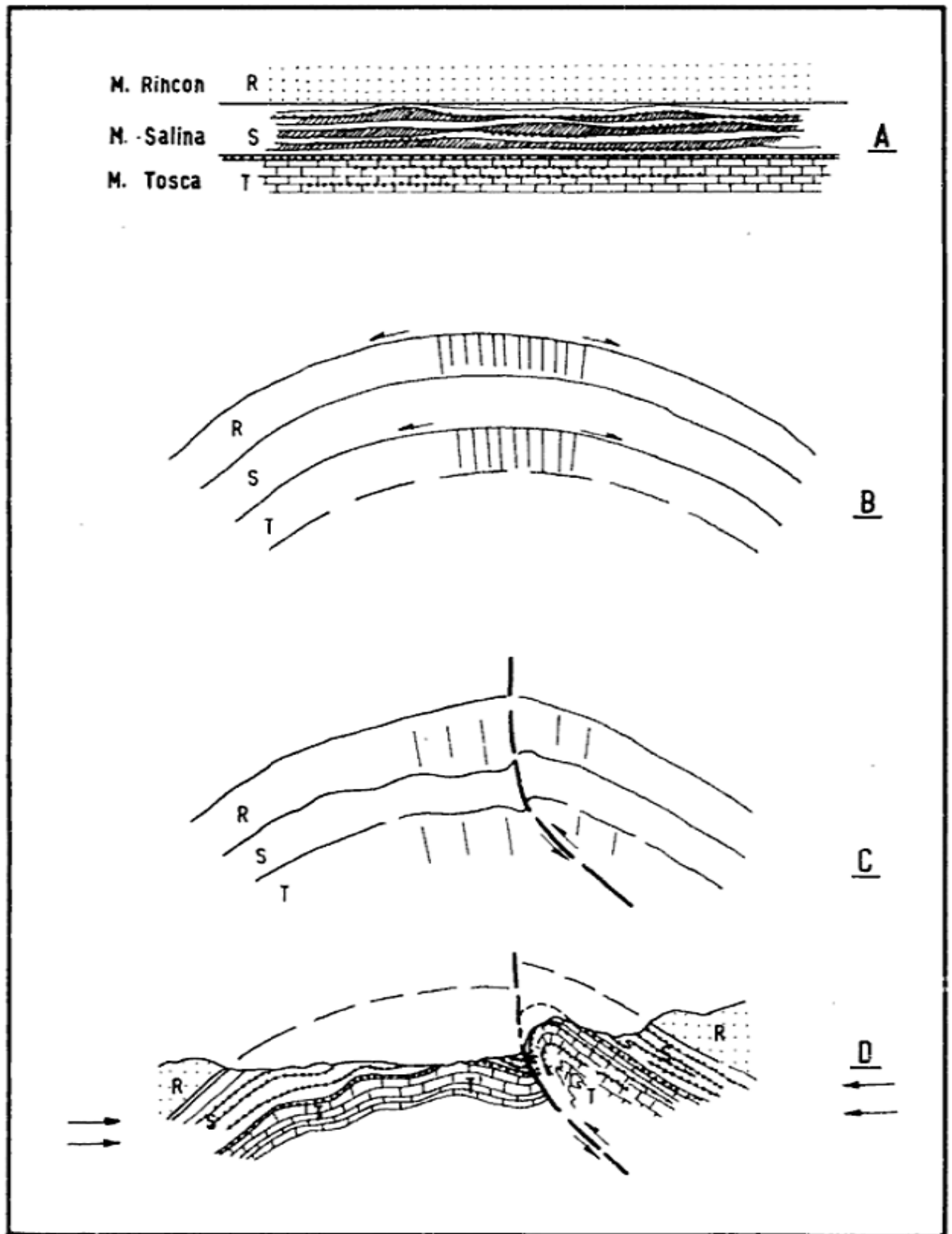


Figura 5: Evolución estructural del anticlinorio de Huitrín.

Formación Huincul

Constituída por areniscas gris amarillentas a gris verdosas, de grano medio, clastos subangulosos a subredondeados, mal estratificados en bancos gruesos con entrecruzamiento lenticular. El espesor observado es de 120 m.

Formación Lisandro

Está representada por fangolitas rojo oscuro y moradas, pobremente consolidadas, con escasos bancos de areniscas grisáceas con estratificación entrecruzada. El espesor observado es de 150 m.

Formación Portezuelo

Constituída por una alternancia de areniscas de color amarillo a verde de grano fino, bien seleccionadas y estratificadas y fangolitas de color rojo ladrillo con puntuaciones verdes por decoloración. El espesor determinado alcanza los 260 m.

Formación Plottier

Representada predominantemente por fangolitas y reducidos horizontes de areniscas. Las fangolitas son de color rojo ladrillo con delgadas intercalaciones lenticulares de yeso. Las areniscas son de grano fino, de color castaño a gris amarillentas y bien estratificadas. El conjunto presenta una potencia de 230 m.

Formación Bajo la Carpa

Constituída predominantemente por areniscas de color gris lavanda, borravino, moradas y verdes, de grano fino a mediano y estratificación entrecruzada, y, en menor proporción fangolitas masivas, en parte con estratificación definida por laminillas de mica. El espesor de esta unidad es de 360 m.

Formación Anacleto

Representada por una alternancia de arcilitas moradas, masivas, con arcilitas verdes claras, plásticas. Hacia la base predominan fangolitas de color rojo oscuro a pardas con abundante yeso. El espesor observado de este conjunto es de 130 m.

Formación Allen

Constituída en su sección inferior por una alternancia de arcilitas gris verdosas, finamente laminadas, y areniscas de grano fino castañas y amarillentas. En su sección media se intercalan bancos de calizas amarillentas, constituídas por restos de pelecípodos y areniscas y arcilitas calcáreas. En el sector superior predominan areniscas de grano fino sobre arcilitas. El espesor total de este conjunto es de 260 m.

b) Terciario

Al igual que el Grupo Neuquén, el Terciario de esta región ha sido separado en unidades litológicas definidas que siguiendo a Marcón (1975) son:

Formación Roca

Está representada por arcilitas y margas azuladas, verdosas y amarillentas, a veces arenosas, con intercalaciones de calizas blanco amarillentas con abundantes fósiles y bien estratificadas. Esta formación tiene una gran expresión areal, especialmente al norte y este de esta zona, habiendo sido estimado su espesor en 150 m.

Formación Cerro Villegas

Está constituida por un conjunto heterogéneo, polimíctico, algo bandeado, de colores anaranjado, verde claro, amarillo y gris, donde alternan areniscas, a veces conglomerádicas, abigarradas, de grano mediano, a veces estratificadas y medianamente consolidadas, con fangolitas limosas y niveles arcillosos. El espesor total de este conjunto en su localidad tipo es de 140 m.

Rodados lustrosos

Representado por conglomerados color castaño amarillentos, con rodados de hasta 15 cm, subredondeados, sin orientación, compuesto por rocas volcánicas varias y cuarzo, en una matriz areniscosa, a veces arcillosa. El espesor de los Rodados Lustrosos en esta zona alcanza un máximo de 15 m, estando ausente en algunos sectores.

Formación Collón Curá

Constituída por tobas cineríticas, con escasos bancos de areniscas, de color amarillento y verdoso, de aspecto masivo, sin estratificación. Es de espesor variable, llegando a tener en el cerro Villegas alrededor de 150 m.

Formación Palaoco

Compuesta por basaltos gris oscuros, porfíricos, con niveles brechosos e intercalaciones de tobas cineríticas de color amarillento, en parte algo arenosas. Estos basaltos alcanzan un gran desarrollo al norte y naciente de esta zona, en la sierra Auca Mahuida, donde Holmberg (1964), señaló la presencia de unos seis niveles efusivos.

Formación La Tiza

Son conglomerados medianos a gruesos de color gris parduzco, llegando los clastos mayores a tener hasta 50 cm.

c) Cuaternario

Pleistoceno

En el sector noroccidental de esta zona se presentan vulcanitas basálticas y andesíticas distribuidas, según Holmberg (1976), en tres formaciones (Formaciones Tilhue, Chapua y Maipo), que son acompañadas por otras unidades compuestas por conglomerados con preponderante composición de rocas efusivas (Formaciones Pichachaico, Agua Carmonina, Arroyo Huecú y Manki). Las vulcanitas se asocian a centros efusivos locales definiéndose en coladas lávicas subhorizontales de variados espesores y usualmente de dimensiones restringidas. Estas unidades tienen amplia representación en la región de Buta Ranquil, especialmente las vulcanitas, no así en el área de Huitrín donde se caracterizan por su ausencia.

Holoceno

Durante el Holoceno continúa decreciente la actividad volcánica, la cual, es reconocida por Holmberg (1976) en las Formaciones El Puente, Tromen y Cerro Carbonilla, representadas por coladas basálticas. Estas coladas basálticas, conocidas también como Basaltos V, VI y VII, se muestran rellenando cañadones y depresiones, estando frecuentemente constituidas por irregulares acumulaciones de bloques.

En las depresiones de los ríos Neuquén, Salado, Huitrín y otros de la red de drenaje del área, existen acumulaciones de gravas y conglomerados de variada distribución y magnitud, polimícticos, sin orden o clasificación alguna y formados por clastos que van desde bloques hasta arenas gruesas. Abundantes gravas de pie de monte y conos de deyección circundan los más relevantes accidentes topográficos. Estas gravas y conglomerados se corresponderían con la Formación Pequenco (Holmberg, 1976) presente a lo largo del río Colorado, más al norte.

En la zona central del anticlinorio de Huitrín (figura 2) sobre una superficie de unos 4.000 m de largo norte-sur y 1500 m de ancho este-oeste, se extiende una amplia cubierta de depósitos travertínicos, suavemente inclinados al poniente. El horizonte travertino se encuentra indistintamente asentado sobre gravas aterrazadas o sobre la superficie peneplanada en las lutitas del Salinense. Las capas de travertinos alcanzan espesores de más de 4 m, estando constituidas por bancos de 0,3 a 1,5 m de potencia y contienen abundantes improntas de plantas actuales, especialmente gramíneas. Estos travertinos en al-

gunos sectores alcanzaron el grado de onix, de color verde claro, pero en delgados bancos de limitada extensión. El origen de estos depósitos travertínicos se puede explicar por la circulación de aguas freáticas y/o hidrotermales por las calizas subyacentes del Tosquense que toman el ión calcio y luego lo depositan en la superficie. En la actualidad continúa la depositación travertínica en dos vertientes cuyas aguas bicarbonatadas frías han formado amplios derrames sobre sectores erodados de los horizontes originales. Estas vertientes indicarían la continuidad del proceso de depositación travertínica, pero con una intensidad disminuida.

ESTRUCTURA

Estructura regional

Tectónicamente la comarca de Huitrín se encuentra comprendida en una zona intermedia entre la orogénicamente activa Cordillera de los Andes al occidente y la estable zona cratónica pampeana y norpatagónica al oriente, en lo que Ramos (1978) llama Fosa Plegada del Agrio.

Estructuralmente la región de Huitrín es una zona de suaves plegamientos, donde las inclinaciones de los estratos oscilan entre 5 y 25, con raras valores por encima de este máximo. Valores de hasta 35 se cuentan en las cercanías de las fallas, al sudeste del anticlinorio de Huitrín y al oeste del mismo, que pueden ser atribuidos a estas fracturas. Los pliegues son amplios, con hundimientos suaves en sus extremos y disponiéndose generalmente con orientación meridiana y subparalela entre sí.

El anticlinal más occidental de la zona es el del cerro Rayoso (figura 1), siendo este un braquianticlinal constituido por rocas de la Formación Agrio. El hundimiento en ambos extremos de este braquianticlinal es de 17 a 20, valores estos bastante altos para la región. Hacia el norte el anticlinal del cerro Rayoso origina varias estructuras plegadas menores y paralelas de escasa envergadura.

En el centro de la región se encuentra el anticlinorio de Huitrín (figuras 1 y 2), que tiene características particulares y extensión similar al del cerro Rayoso, el cual será tratado más adelante con mayor detalle.

Al este del anticlinorio de Huitrín y subparalelo al mismo se sitúa el anticlinal Chulengo. Según Freytes (1970), que estudió la comarca al sur de esta zona, el anticlinal Chulengo, conjuntamente con el de Huitrín, constituirían la terminación septentrional del gran anticlinal de los

Chihuidos, en forma de dos estructuras independientes. El anticlinal Chulengo tiene flancos muy tendidos, entre 5 y 8, siendo, aparentemente asimétricos, con su flanco occidental más pendiente que el oriental. El eje de este anticlinal corre en dirección noroeste, con una traza algo sinuosa.

Fallas

La región está afectada por fallas longitudinales, posiblemente en mayor número que el indicado (figura 1). En general las fallas son de alto ángulo y movimiento normal. Al este del anticlinorio de Huitrín corre la falla Solorza, de orientación meridiana y traza sinuosa, que ha provocado un acentuado desplazamiento entre los estratos del Grupo Neuquén. Complementan a esta fractura otras dos con similares características. La falla Solorza, en su extensión sur, ha dislocado el flanco oriental del cerro Rayoso. A lo largo del flanco oriental del anticlinorio de Huitrín corren las fallas Huitrín y Ranquiles, que han originado una estructura de bloques de poco desplazamiento. Estas fallas están acompañadas por otras dislocaciones menores, en ángulo con las principales y constituyendo, aparentemente, un sistema conjugado de fracturas. El desplazamiento vertical aparente de la falla Huitrín, sugerida por los espesores de las Formaciones Ranquiles y Carranza, es del orden de los 250 m.

El anticlinorio de Huitrín presenta en su sector norte una falla que corre a lo largo del plano axial del mismo y que en su extensión sur se corresponde con la falla del cañadón del Salado. En el sector norte la falla del Salado se resuelve en dos fracturas, cuyo desplazamiento vertical no supera los 25 m. Hacia el sur afecta el flanco occidental del anticlinorio de Huitrín y continúa por el curso del río Neuquén.

Una falla restringida exclusivamente al ambiente del anticlinorio de Huitrín es la falla Tosca, que corre al pie occidental de las escarpas constituidas por las calizas dolomíticas del Miembro Tosca. Esta falla acompaña, en toda su extensión, al núcleo del Miembro Tosca pero desaparece rápidamente en ambos extremos del mismo al ingresar en las lutitas del Miembro Salina. La falla Tosca es de movimiento inverso y se inclina entre 50 y 80 al este. La magnitud del sobreescurreamiento de las calizas dolomíticas del Miembro Tosca sobre las lutitas del Miembro Salina es del orden de los 200 m, magnitud esta que surge de la posición pretectónica del contacto de los miembros Tosca y Salina. La falla Tosca al sumar

el efecto de cizalla con el de compresión de la masa sobreescurreada ha dado lugar a la formación de una zona de brecha, craquelamiento y pliegues de arrastre, algunos volcados, en las calizas dolomíticas y horizontes de yeso-anhidrita, no así en las lutitas infrayacentes. Las lutitas del Miembro Salina han reaccionado al movimiento inverso de la falla Tosca produciendo al pie de la misma un cerrado pliegue de arrastre, en partes volcado al oeste, inverso al originado en la masa sobreescurreada (figuras 4 C-D y 4 E-F).

El núcleo del Miembro Tosca, por otra parte, está fracturado por varias fallas longitudinales de alto ángulo y de reducido movimiento. La más notable se encuentra en el sector norte del núcleo del Miembro Tosca (figura 2) y ha dado lugar a la formación de una escama de calizas apoyadas sobre el hundido cierre norte del mismo.

Dispuestas en una forma someramente radial sobre el flanco oriental del anticlinorio de Huitrín, se identifican algunas fallas de reducida envergadura. Estas fallas son de escaso desplazamiento y han dado lugar, por erosión a lo largo de las mismas, a la formación de algunos cañadones. Al ingresar a las lutitas del Miembro Salina estas fallas se desvanecen.

El anticlinorio de Huitrín

El conocido anticlinal de Huitrín es una estructura tectónica compleja, pues dependiendo de la unidad roca que se considere se obtienen figuras estructurales diferentes. El anticlinal de Huitrín, en general, puede encuadrarse como un braquianticlinal si se restringe la definición al Miembro Rincón, pero tomado en conjunto es más acertado pensar del mismo como un anticlinorio con estructuras internas diapíricas (figuras 4 C-D y E-F).

El anticlinorio de Huitrín es una estructura restringida a la formación homónima y constituida por los miembros Tosca, Salina y Rincón, y cuyas litologías se comportan en forma esencialmente diferentes ante los esfuerzos dinámicos regionales. En razón de la diversa reacción y evolución de estas unidades a la tectónica regional, cada uno de estos miembros serán tratados separadamente para su mejor comprensión y ubicación dentro del conjunto.

El *Miembro Rincón* (Rinconense, según la denominación original de Groeber) es la unidad que caracteriza al anticlinorio de Huitrín en una estructura de extensión regional. Extiéndese esta estructura a lo largo de más de 42 km en dirección nor-noroeste, desde unos 10 km al este-noreste del codo del río Neuquén, al norte de la

zona de Huitrín, hasta 10 km al sur del cerro Mesa, en la región de los Chihuidos, al sur.

El Miembro Rincón configura un típico anticlinal, ligeramente asimétrico, con su flanco occidental inclinado entre 20 y 40° y el oriental 8 a 10°. En la zona de las Salinas de Huitrín, el flanco oriental del anticlinal del Miembro Rincón, alcanza pendientes locales de hasta 40°, causadas por las estructuras internas desarrolladas por el conjunto. La traza del plano axial es sinuosa, conformando la figura de una *ese* muy elongada (figuras 1 y 2).

El cierre sur del anticlinal del Miembro Rincón es muy amplio y suave, con pendientes uniformes de sus flancos, en cambio el cierre norte es más agudo, habiendo generado una falla a lo largo de su plano axial. Los flancos del anticlinal del Miembro Rincón en el cierre norte acusan pendientes de 15 a 40°, siendo esencialmente asimétrico.

El *Miembro Salina*, por su lado está deformado en una estructura antiformal de características más complejas, aunque discernibles en sus detalles generales. Constituye un anticlinorio, pues está conformado por pliegues menores de variada magnitud, concordantes con la estructura regional mayor del anticlinorio de Huitrín (figuras 2 y 4 C-D y E-F).

El anticlinorio del Miembro Salina tiene la misma orientación que el anticlinal del Miembro Rincón, extendiéndose 11200 m en la misma dirección y presentando una amplitud aflorante máxima de 2800 m en su sector centro-norte (figura 2). El cierre del anticlinorio es amplio y con numerosos pliegues menores hacia el sur (figura 4 E-F), en cambio es pronunciado y asimétrico en el cierre norte (figura 3 A-B).

El anticlinorio del Miembro Salina es asimétrico en toda su extensión, pero variando su geometría por sectores. En el sector norte el ala occidental es más empinada, con valores de 21 a 51°, en cambio el flanco oriental alcanza un máximo de 24°. En el sector centro-norte, donde ya hace sentir sus efectos el núcleo de las calizas dolomíticas del Miembro Tosca, la asimetría se invierte, situación que se continúa hasta la desaparición del anticlinorio del Miembro Salina en el cierre sur. Así tenemos que sobre las tres cuartas partes australes del anticlinorio la pendiente del flanco oriental oscila entre 16 y 75°, en cambio el occidental se mantiene en valores bajos, 3 a 20°. La mayor inclinación del flanco oriental del anticlinorio del Miembro Salina se debe a la influencia del núcleo del Miembro Tosca al imponer una mayor resistencia a la trans-

misión de los esfuerzos tectónicos regionales y locales causantes de esta deformación.

El flanco oriental del anticlinorio del Miembro Salina es de desarrollo uniforme, salvo algunos pliegues de arrastre cercanos al móvil núcleo del Miembro Tosca, e indicados por la cerrada deformación de algunos delgados horizontes de yeso-anhidrita en su sector central (figura 2). Asimismo, es únicamente en el flanco oriental del anticlinorio del Miembro Salina donde se observan, en su verdadera dimensión y sin deformaciones, las diversas unidades líticas de este miembro. El flanco occidental en cambio es más extenso en cuanto a amplitud, pues presenta una serie de flexuras secundarias de suave desarrollo y de extensión restringida. Estas flexuras, en parte son producto del bajo ángulo de inclinación de este flanco y en parte causados por la compresión originada por los efectos intrusivos del núcleo del Miembro Tosca (figura 4). El pliegue secundario más persistente se extiende a lo largo del margen occidental del núcleo calcáreo-dolomítico (a en las figuras 2 y 4), que se pierde en ambos extremos al desaparecer los efectos laterales causados por esta estructura. En algunas partes del pliegue secundario del Miembro Salina, la erosión de las lutitas ha puesto en descubierto, en restringidas ventanas, a las calizas dolomíticas infrayacentes del Miembro Tosca en posición subhorizontal. El resto de los pliegues son suaves ondulaciones demostrativas de la amplitud de la deformación y posible ensanchamiento del Miembro Salina en esta parte de la estructura. Los pliegues secundarios del flanco occidental del anticlinorio del Miembro Salina presentan una distribución irregular, pues los mismos no obedecen a ningún orden aparente. En general se han reconocido siete estructuras antiformales de diversa amplitud y extensión.

En el anticlinorio del Miembro Salina no existe un eje axial principal definido, como por ejemplo en el anticlinal del Miembro Rincón, pues debido a sus múltiples plegamientos secundarios el mismo no surge con claridad.

El *núcleo del Miembro Tosca* constituye una estructura de características inusuales. Este núcleo tiene una extensión en dirección noroeste de 5.500 m, con amplitudes que oscilan entre un máximo de 450 m y un mínimo de 230 m (figura 2). Dentro del ámbito de la depresión de las Salinas de Huitrín, el núcleo del Miembro Tosca constituye una unidad morfológica positiva y resaltante, que ha protegido de una erosión mayor al flanco oriental del anticlinorio del Miembro Salina.

Como límite superior, el núcleo del Miembro Tosca muestra el banco de yeso-anhidrita, que es continuo en toda la extensión del núcleo y envuelve en ambos extremos a las calizas dolomíticas, mostrando en su desarrollo un pliegue volcado seccionado por la falla Tosca (figuras 2 y 4). El borde occidental del núcleo del Miembro Tosca muestra el banco de yeso-anhidrita en forma saltuaria por haber sido parcialmente eliminado por fallamiento. El pliegue de las calizas dolomíticas del Miembro Tosca está desarrollado en forma incompleta, con un flanco oriental normal o volcado al este y uno occidental incipiente, vertical o volcado al oeste en su mayor parte, de escaso desarrollo y asentado sobre la falla Tosca (figuras 4 C-D y E-F).

Las calizas dolomíticas del núcleo del Miembro Tosca están intrincadamente plegadas en estructuras de reducidas dimensiones, particularmente a lo largo de una franja o zona desarrollado encima de la falla Tosca. Micropliegues volcados al oeste, así como pliegues en la misma posición indicados por horizontes de yeso-anhidrita, señalan el grado de deformación de este miembro. La intensidad de la deformación de las calizas dolomíticas y yeso-anhidrita disminuye desde las cercanías de la falla Tosca al oeste, hacia el techo de este miembro, donde, salvo un intenso craquelamiento, estas conservan sus características principales.

La estructura del núcleo del Miembro Tosca no constituye un pliegue según definición, donde los estratos han sido deformados por flexuramiento. El grado de acortamiento regional de los estratos por efectos compresivos laterales es muy bajo. La amplitud del plegamiento, que según Digregorio y Uliana (1980) responde más a movimientos de bloque profundos de la cuenca Neuquina que a efectos compresionales de los estratos sedimentarios, permite establecer que el acortamiento cortical, en sentido este-oeste, en la región no supera el 8 %. Este bajo grado de acortamiento de los estratos de la región, excluyendo al orógeno andino, no es lo suficientemente intenso como para generar una estructura de pliegues volcados al oeste y, a veces al este, apoyados sobre una falla inversa cuyo desplazamiento máximo en el sector central del núcleo del Miembro Tosca, es cercano a los 200 m. Para ello se necesitaría un conjunto de estructuras regionales de intensidad similar que respondieran a un esfuerzo tectónico compresivo mucho más intenso que el demostrado.

La estructura del anticlinorio de Huitrín responde más bien a la confluencia de una deformación compresional lateral suave, de carácter

regional, acompañada localmente por el desequilibrio vertical causado por las diferentes competencias de los miembros de la Formación Huitrín. Así es cómo, en términos relativos, los miembros Rincón y Tosca tienen un carácter eminentemente competente en contraposición al Miembro Salina con su conjunto de lutitas, yeso-anhidrita y bancos de halita (84,1 % del Miembro Salina) incompetentes.

La estructura actual del anticlinorio de Huitrín se debe a la progresiva acción de dos procesos sustancialmente diferentes, pero complementarios en su resultado final. La acumulación de la pila sedimentaria de la cuenca Neuquina se mantuvo en posición esencialmente horizontal, salvo los periódicos movimientos epirogénicos que originaron las varias discordancias existentes, tanto en el orden intraformacional como entre las diversas formaciones constitutivas de la secuencia (figura 5A). Durante los movimientos orogénicos andinos terciarios, esta secuencia fue afectada en forma marginal, ya que sus consecuencias se hicieron sentir en forma muy atenuada en la región, en forma de flexuras y pliegues de gran amplitud y orientación normal al sentido de los esfuerzos tectónicos.

En Huitrín la pila sedimentaria fue combada en una suave estructura antiformal meridiana, la que claramente se manifiesta con las areniscas del Miembro Rincón. Este combamiento es posible que haya originado un juego de fracturas tensionales longitudinales en los miembros más competentes de la secuencia en la zona axial del antiformal (figura 5B). Estas fracturas tensionales constituyen una amplia zona de debilidad, especialmente en las unidades roca más competentes, no así en las lutitas y horizontes de halita que se deformaron en forma disarmónica. La zona de debilidad de la zona axial del antiformal actuó como elemento activo, pues mientras las areniscas del Miembro Rincón se comportaban como unidad resistente o al menos con una aceleración más atenuada, las calizas dolomíticas del Miembro Tosca se fracturaban longitudinalmente y mediante la activación de una falla inversa, comenzaba a invadir el ambiente plástico o incompetente del Miembro Salina. Es así como la falla Tosca asume un rol activo en los ámbitos de los miembros Tosca y Salina, sin llegar, muy posiblemente, hasta el Miembro Rincón (figura 5C).

La continuada presión que, desde abajo, ejercen las calizas dolomíticas deforman, en conjunto, al mismo Miembro Salina dando lugar a que se comporte plásticamente, originando estructuras en discordancia, tanto con las suprayacen-

tes del Miembro Rincón, como con las subyacentes del Miembro Tosca. El segmento del Miembro Tosca en un movimiento intrusivo de tipo diapírico, por su parte se craquela, se brecha y deforma con una variada gama de pliegues de arrastre, mientras se desplaza en su ascenso a lo largo de la falla Tosca en las sedimentitas del Miembro Salina. Es posible que este proceso diapírico esté íntimamente ligado a la erosión del paquete sedimentario superyacente y, en especial, al de las areniscas del Miembro Rincón, pues de esa manera al haber una liberación de la presión litostática, el efecto intrusivo-diapírico de las calizas dolomíticas del Miembro Tosca es más franco. El núcleo de calizas dolomíticas del Miembro Tosca al intruirse en el Miembro Salina se comportó como un ariete ante la plasticidad de las lutitas, yeso-anhidrita y sal de ese miembro. Aún cuando este proceso presenta un neto comportamiento diapírico, en el mismo están revertidas las características de aquellas estructuras, pues en esos casos es la unidad sal la que migra hacia las unidades roca más competentes. En Huitrín el hecho de que se haya presentado la combinación de un anticlinal con una zona de debilidad axial permitió la irrupción diapírica del núcleo del Miembro Tosca (figura 5 D). Las calizas dolomíticas del núcleo del Miembro Tosca, en su actual configuración se manifiestan, sucesivamente de sur a norte, como un pliegue parcialmente desarrollado, con el ala oriental inclinada concordantemente al este (figura 4 E-F), que luego se pone en posición vertical y en la zona norte se encuentra volcada al este, conformando un grosero abanico (figura 4 C-D). Este desarrollo es gradual y progresivo.

La sola compresión lateral, por efectos tectónicos regionales, no hubiese bastado para generar esta estructura, pues el acortamiento cortical conocido en la región es de muy reducida magnitud. Por otra parte, establecer un origen diapírico neto a esta estructura no es posible, pues la sola existencia de la secuencia litológica de la Formación Huitrín no aporta las condiciones necesarias para la generación del mismo. Solamente la combinación de un movimiento compresivo regional primario, que dió lugar a una estructura antiformal con una zona de debilidad axial en desequilibrio, seguido por un movimiento vertical como consecuencia de la plasticidad o incompetencia de uno de sus miembros, pudo haber dado lugar a la formación de una figura como la del núcleo del Miembro Tosca en el anticlinorio de Huitrín.

La falla regional Tosca, es posible que en profundidad se resuelva en una superficie de des-

lizamiento paralelo a la estratificación de las calizas dolomíticas u otra unidad roca inferior. El hundimiento y desaparición, tanto al sur como al norte de este pliegue diapírico y de la falla Tosca concuerda con el carácter braquiantiforme del anticlinorio de Huitrín.

GEOLOGIA ECONOMICA DEL MIEMBRO SALINA

El Miembro Salina de la Formación Huitrín es de una relevante importancia por el extenso contenido de bancos de halita, lo cual hace que se constituya en una de las más importantes, sino la más importante, reserva potencial de esta sustancia en el país.

Estratigrafía del Miembro Salina

Estas sedimentitas están constituidas por depósitos transicionales, con alternancia de miembros pelíticos, psamíticos y evaporíticos, de colores crema a bayo claros y verdosos. La secuencia de estas unidades roca es cíclica, presentando variaciones laterales marcadas, especialmente en la interrelación lutitas-bancos de halita. Esta secuencia lutitas-horizontes de halita es repetitiva en sus características regionales.

Un perfil tipo del Miembro Salina (figura 6) fue tomado en el sector central del área que se encuentra libre de deformaciones tectónicas y muestra la secuencia desde el Miembro Tosca hasta el Miembro Rincón, sin alteraciones. El espesor total medido en el mismo es de 228,5 m, estando constituido porcentualmente por las siguientes unidades litológicas: horizontes de halita, 24,8 %; horizontes de yeso-anhidrita, 6,8 %; lutitas, 52,3 % y areniscas, 15,9 %. Las lutitas son de color gris claro a ligeramente verdoso, presentando una fina estratificación. Salvo la diferente coloración de algunos estratos por oxidación superficial y la variación en la laminación de los mismos, no contienen diferencias de importancia. Las areniscas son de grano fino y color gris claro, con indicaciones de estratificación entrecruzada. El horizonte más potente de las areniscas (figura 6A, con 18 m), aún cuando no muy compacto, resalta como relieve positivo en forma de crestones o elevaciones en toda el área deprimida de las Salinas de Huitrín, actuando como un excelente horizonte guía. Los horizontes de yeso-anhidrita son siempre de color blanco y de grano fino y compacto. En el Miembro Salina los horizontes de yeso-anhidrita no presentan las deformaciones y recristalizaciones que le son características en

el Miembro Tosca. El espesor de los horizontes de yeso-anhidrita oscila entre un mínimo de 0,20 m y un máximo de 5,00 m. Los horizontes gruesos, de más de 1,00 m de espesor son de gran extensión lateral, en cambio los de menores

potencias muestran estrangulamientos y pronunciada lenticularidad, indicativos de lo restringido de sus áreas de depositación.

Los horizontes de halita

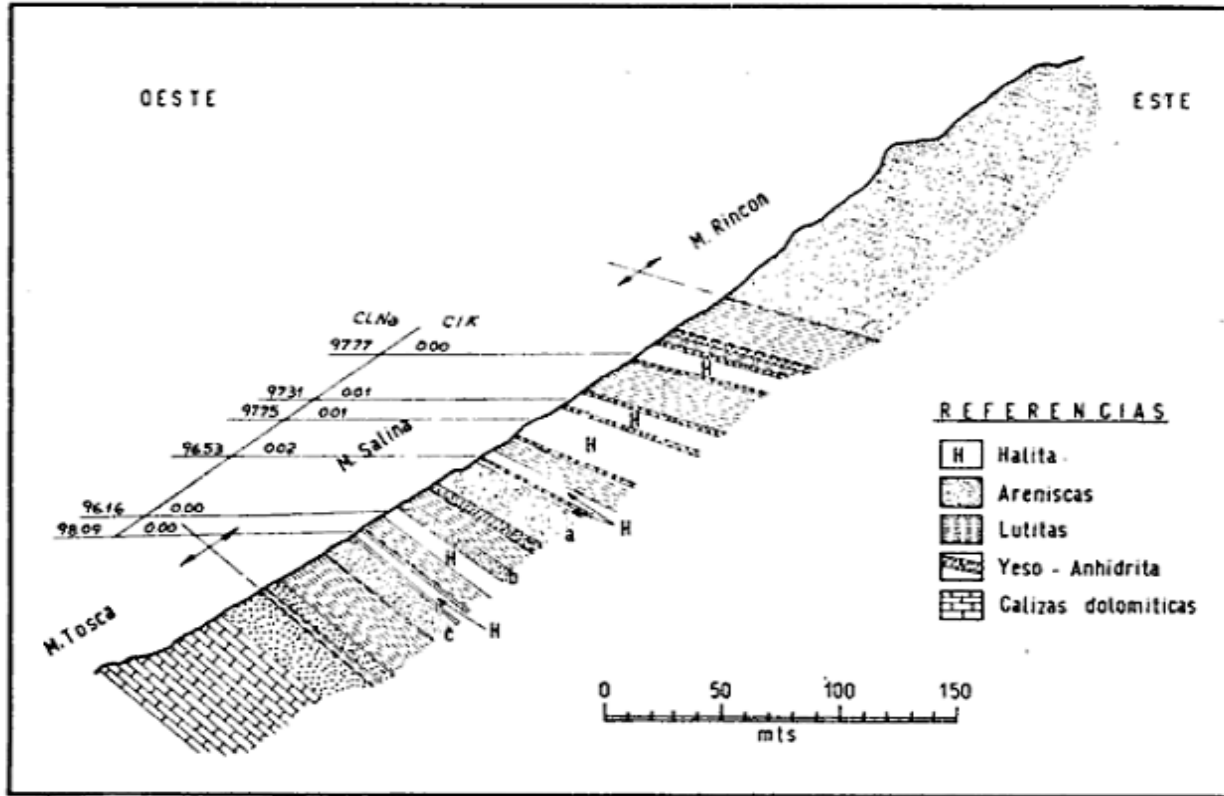


Figura 6: Perfil tipo del Salinense.

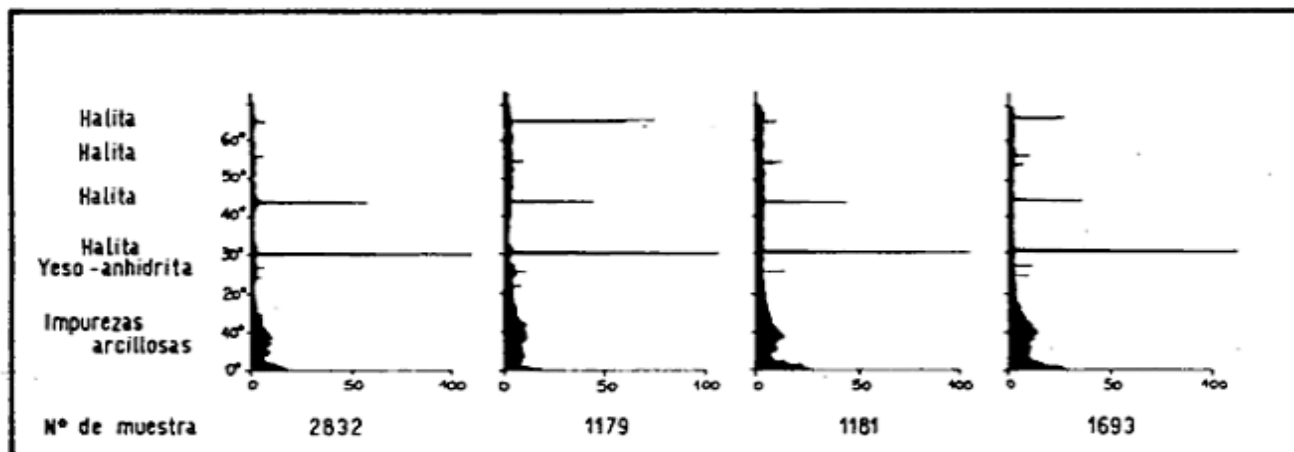


Figura 7: Diffractogramas de cuatro horizontes salinos diferentes.

La composición mineralógica de los bancos salinos es simple, pues están constituidos primordialmente por halita en un 96,5 %, estando el resto dado por dolomita, yeso-anhidrita e impurezas arcillosas. La halita se presenta siempre en grano grueso (2 a 5 mm), de color blanco, con algunas delgadas capas de color rosado y raramente grises. Estas dos últimas coloraciones provienen de la contaminación por óxidos de hierro y arcillas.

Los bancos salinos, que alcanzan espesores de hasta 21 m, presentan una acentuada laminación o estratificación dada por líneas gris oscuras de hasta 0,5 mm de espesor compuestas por arcilitas. Estas láminas de arcilitas están separadas entre 2 y 5 cm, confiriendo una estructura acebrada al conjunto. Esta laminación representa la estratificación producida por el ingreso cíclico (anual ?) de arcilitas en suspensión en las aguas provenientes del área emergida circundante y provocada por los cambios climáticos estacionales.

Los horizontes de halita son de gran extensión lateral, existiendo entre éstos y los bancos de yeso-anhidrita una íntima asociación cíclica, lo que no necesariamente significa que la ausencia del uno, es indicación de la inexistencia del otro. Por ser más resistentes a la erosión los bancos de yeso-anhidrita resaltan más, siendo en consecuencia más notables y continuos, lo que permite comprobar la persistencia de los horizontes salinos, como es el caso en el cierre sur del anticlinorio del Miembro Salina (figura 2), donde uno de estos, tiene sendos bancos de halita, tanto en el techo como en el piso. El carácter lenticular asignado a estos horizontes salinos (Holmberg *et al.*, 1971) no es discernible con claridad dentro de los límites del área de las Salinas de Huitrín. Que regionalmente tengan un carácter lenticular, por ser el producto evaporítico de cuencas cerradas, no es cuestionable, pero los mismos no están claramente representados.

Durante el estudio de las Salinas de Huitrín (Lyons, 1980) se tomaron 53 muestras representativas y debidamente distribuidas de los diversos horizontes salinos. El contenido de cloruro de sodio de los horizontes investigados oscila entre 86,63 % y 99,16 %, obedeciendo generalmente los bajos contenidos a la presencia de cantidades significativas de insolubles, dada por la contaminación de las lámina de arcilla más que de otras sales. El promedio estimado de cloruro de sodio para el conjunto considerado se encuentra en 96,5 %.

El difractograma de cuatro muestras de horizontes salinos (figura 7) indica el predominio de halita en la composición mineralógica de estos

bancos sobre otros elementos. La suma del contenido de potasio, magnesio, calcio y litio oscila entre 0,65 % y 1,65 %. En forma particular, el contenido de potasio alcanza un máximo de 0,20 %; el de litio 0,004 %; el de magnesio de 0,05 % y el de calcio hasta 1,4 %. Los difractogramas no señalan la presencia de ninguna especie mineral conteniendo potasio, lo que sugeriría que estos valores pueden provenir de las arcillas. Aún cuando este estudio estuvo orientado a la investigación sobre la potencial presencia de sales potásicas, los resultados conocidos hasta el momento no permiten alentar mayores expectativas sobre la Formación Huitrín como posible recurso de esas sales en esta región. El hecho de que las sales de potasio sean altamente solubles puede haber dado lugar a los resultados negativos obtenidos, los que, naturalmente, podría modificarse si se investigase al Miembro Salina en profundidad y lejos de los efectos solubilizantes de la meteorización superficial.

Otras manifestaciones salinas de la Formación Huitrín

La Formación Huitrín ha sido reconocida sobre un amplio ámbito regional, que abarca desde la zona cordillerana en el centro de Mendoza, en el norte, hasta la mitad de la región occidental del Neuquén, en el sur, vale decir en una extensión meridiana cercana a los 500 km y una amplitud este-oeste de unos 150 km en el sector neuquino (figura 8). Aún cuando las manifestaciones salinas son de variada magnitud, las mismas indican con gran seguridad la extensión regional de esta unidad evaporítica.

Las afloraciones más septentrionales de la Formación Huitrín, que se encuentran en las cabeceras del río Diamante, en la latitud del volcán Maipo, en la provincia de Mendoza, (CFI, 1980), muestra a esta formación conteniendo potentes y extensos bancos de yeso-anhidrita, pero sin la presencia de horizontes de sal de roca. Más al sur, en puesto Rojas y puesto Los Barros, al oeste de la Pampa del Alamo y a unos 25 km al nor-noroeste de Malargüe, la Formación Huitrín, que se encuentra muy flexurada, presenta gruesos espesamientos de los bancos de halita. Asimismo, en las inmediaciones del río Salado, así como en las cercanías de Malargüe, en el río homónimo, se conocen varias afloraciones de halita y yeso en sedimentitas de la Formación Huitrín. Al sur de Malargüe, en la zona de El Manzano, en Mechanquil, y al oeste de la ruta nacional 40 se determinaron espesas acumulaciones de halita en el subsuelo en perforaciones llevadas a cabo por

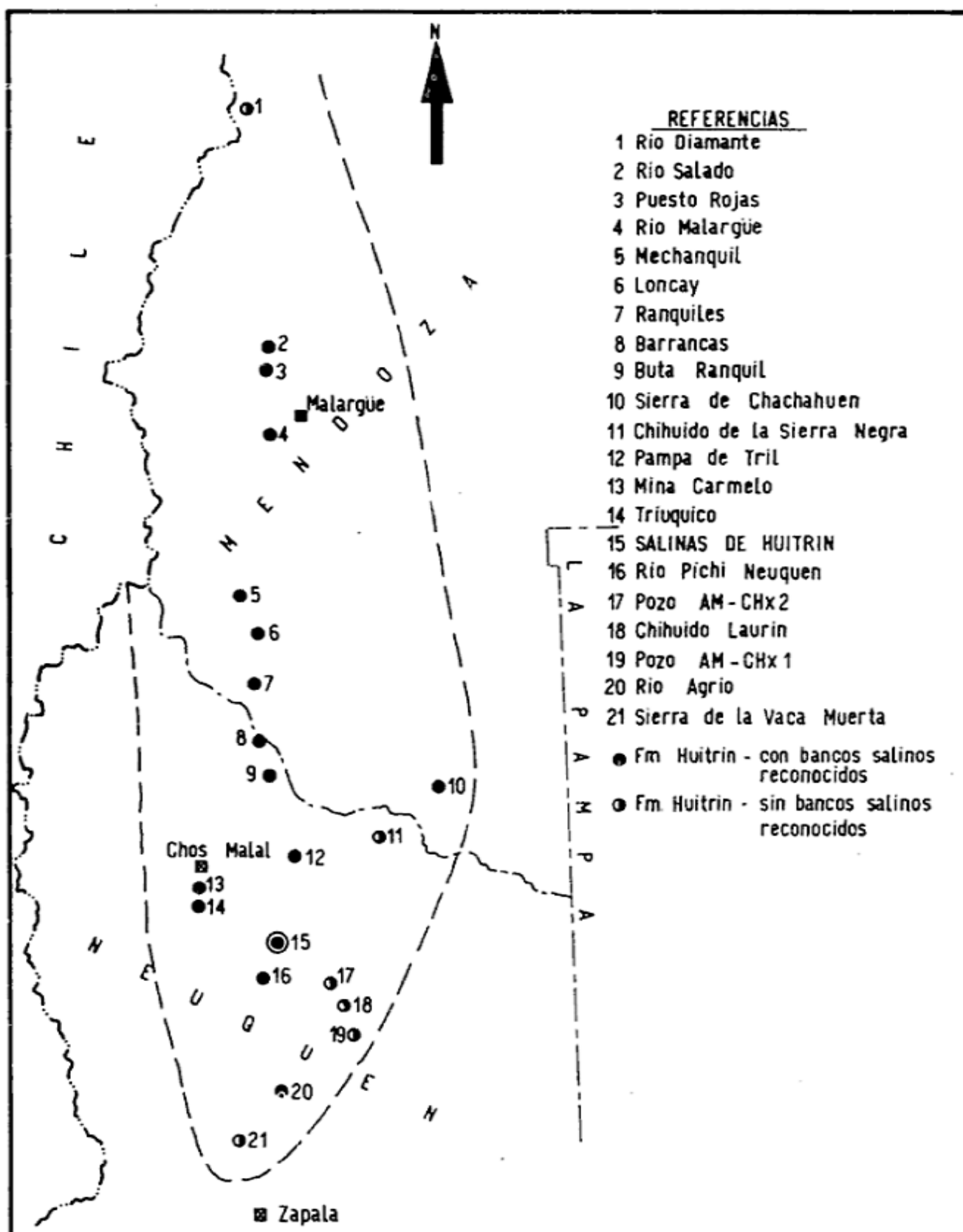


Figura 8: Ambito regional de las manifestaciones de halita.

YPF. En la misma región se conocen importantes afloraciones de los horizontes salinos de la Formación Huitrín, en Ranquiles, Loncay y Salinas del Zampal, en el distrito minero de Calmuco (Valerdi, 1962 y Fernández Lima, 1968), ubicado a unos 180 km al sur de Malargüe. En Ranquiles y Loncay (a veces denominado Luncay) aflora el Salinense, constituido por sedimentitas areno-arcillosas, arcilitas, yeso y bancos de halita de hasta 25 m de espesor. El espesor total de esta secuencia de la Formación Huitrín identificada por Fernández Lima es de alrededor de 300 m. La sal se presenta en dos horizontes, bien estratificados, cristalina, de grano grueso y de coloraciones blancas y rosadas. Fernández Lima tomó un total de 26 muestras entre Ranquiles y Loncay, las que arrojaron un contenido promedio de 93,8 % de ClNa, con un bajo contenido de potasio (0,02 %) y magnesio (0,04 %). De los depósitos de halita conocidos en la Formación Huitrín, los de Ranquiles y Loncay, además del de las Salinas de Huitrín, son los que por su muestreo, más acertadamente dan una idea de lo que son y contienen los horizontes salinos de esta formación.

La manifestación salina más oriental en esta región sud mendocina y de distribución de la Formación Huitrín se encuentra en la sierra de Chachahuén, donde se mencionan abundantes acumulaciones de esta sustancia.

En territorio de la provincia del Neuquén, en Barrancas, sobre el río Colorado (CFI, 1962) las afloraciones salinas son débiles, al igual que al norte de Buta Ranquil (Groeber, 1946). En el Chihuido de la Sierra Negra (Digregorio, 1972), en el pozo N-Ch-SNx-3 de YPF, la Formación Huitrín tiene un espesor de 208 m, pero sin indicación sobre la presencia de bancos salinos u otra referencia sobre sus características. Al sur del río Neuquén y a 15 km de Chos Malal se encuentra la Mina Carmelo (Groeber, 1936; Antuña *et al.*, 1952), que es el único depósito que se explotó con más regularidad en el tiempo, por halita y que contiene horizontes de más de 5 m de espesor de esta sustancia. En la misma zona, pero más al sur las manifestaciones de Triquico (Cordini, 1967; Groeber, 1946), muestran horizontes salinos de varios metros de espesor conteniendo halita de grano grueso y de color blanco. Para este yacimiento, Cordini establece un contenido de 97,5 % de ClNa y valores bajos en potasio (0,76 %) y magnesio (0,15 %).

Al sur de Huitrín, el conocimiento de las manifestaciones salinas de la Formación Huitrín son menores en razón de lo reducidas de sus afloraciones. Entre los parajes más resaltantes, se cuentan el río Pichi Neuquén (Groeber, 1936), el

Chihuido Laurin (Outon, 1956), éste sin señales de horizontes de sal, la margen izquierda del río Agrio y en la falda norte de la sierra de la Vaca Muerta (Groeber, 1936) con débiles manifestaciones salinas.

Al sureste de las Salinas de Huitrín, AMOCO (Díaz, H., com. pers., 1980), en sus pozos AM-Ch.x-1 y AM-Ch.x-2 determinó la presencia de la Formación Huitrín con un espesor promedio de unos 20 m, pero sin precisarse si contenían horizontes con sal. El perfilaje con rayos gamma del pozo AM-Ch.x-2 indica la presencia de una acentuada anomalía, dada posiblemente por iones potasio, provenientes ya sean de sales o de arcilitas conteniendo este elemento.

Esta relación de manifestaciones salinas de la Formación Huitrín, que no pretende ser exhaustiva, muestra la extensión alcanzada por las condiciones evaporíticas salinas del Salinense. La imperfección del conocimiento regional preciso de la Formación Huitrín no permite determinar hasta que grado, los horizontes salinos son continuos en el ámbito delineado.

CONCLUSIONES

Las manifestaciones salinas de Huitrín constituyen sólo una porción reducida de una serie de afloraciones similares que se extienden, en una faja de orientación meridiana, desde el centro occidental de la provincia de Mendoza, hasta el centro occidental de la provincia del Neuquén. Existen o se conocen tres centros con horizontes salinos de importancia en esta faja, que son los de Ranquiles-Loncay, Mina Carmelo-Triuquico y Huitrín (figura 8). En todos estos casos los bancos salinos alcanzan espesores mayores de 10 m sobre amplias áreas. En el resto de las afloraciones de la Formación Huitrín y más precisamente del miembro Salinense, los horizontes de halita son más delgados o indicados por evidencias indirectas. No se repiten con frecuencia las masas voluminosas de sal.

El conocimiento del Miembro Salina en el subsuelo es incompleto o más bien escaso, pues la mención en la literatura sobre su presencia en los pozos de perforación petrolera es pasajera, posiblemente por la dificultad de registrar los bancos salinos, por su solubilidad ante los fluidos de inyección.

Las manifestaciones evaporíticas del Miembro Salina se disponen en una faja meridiana que presenta en su sector central una mayor amplitud transversal. Los sectores norte y sur de la faja salinífera oscilan entre 40 y 60 km de ancho, mientras que en el sector central la separación

entre las manifestaciones de la sierra de Chachahuén en la zona oriental, y las de Mina Carmelo-Triuquico en la zona occidental, se acerca a los 150 km. Esta amplitud de la faja salinífera muestra la extensión de estos depósitos provenientes de la evaporación de aguas salobres en brazos o lagunas costeras, aisladas o no del mar. La separación cercana a los 150 km entre depósitos conocidos, aunque sin seguridad sobre la continuidad coetánea entre los mismos, indicaría, si es que ellos constituyen una sola unidad, que el prisma del Miembro Salina tuvo una superficie superior a los 50.000 km².

Sin descartar la posibilidad de la existencia de un reservorio evaporítico de esta naturaleza, el mismo debe haber contado con condiciones morfológicas, climatológicas y de aportación muy uniformes dentro del reducido lapso de depositación de halita durante el período. La amplitud de las manifestaciones salinas puede deberse a: a) la presencia de un sólo cuerpo evaporítico; b) la existencia de varias cuencas más o menos separadas entre sí; c) a la hipotética traza de una línea costera sinuosa; y, d) a la regresión ininterrumpida de las condiciones ambientales evaporíticas del Miembro Salina hacia el occidente por emersión del cratón continental oriental.

Tomando en conjunto las manifestaciones salinas, las mismas podrían deber su distribución a una alternancia de las alternativas indicadas. La configuración en una faja elongada meridiana coincidente con el cratón oriental emergente, así como con el engolfamiento neuquino, permite presumir que la regresión paulatina del mar hacia el oeste generó las condiciones regionales similares para la precipitación de estas sales. De ser la alternativa d) la más natural, tendríamos que, debería existir una diferencia en el tiempo, en el Miembro Salina entre los depósitos orientales y occidentales de este miembro. Ello daría lugar a pensar que el paquete salino de la Mina Carmelo es más joven que el de la sierra de Chachahuén, aún cuando ambos se encuadren dentro del mismo miembro.

El carácter transicional de la Formación Huitrín, con la consecuente regresión marina, explicaría la amplitud del Salinense como originado por una serie de cuencas aisladas a lo largo de la costa, las cuales, a medida que el mar se retiraba hacia el oeste, quedaban aisladas o emergidas en un ambiente continental árido, que posteriormente eran cubiertas por las psamitas del Miembro Rincón.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Consejo Federal de Inversiones la autorización para publicar este trabajo y que fuera efectuado

por su cuenta, así como también a los licenciados Roberto Sarudiansky y Francisco del Carril, por el apoyo prestado durante su ejecución. Asimismo se agradece a los doctores Horacio Díaz, de AMOCO, Sociedad Anónima Petrolera, Marcelo Irigoyen de ESSO Argentina y Ubaldo Zucolillo, de la Subsecretaría de Minería de la Nación por la colaboración y críticas al manuscrito original de este trabajo. A los geólogos Martín Palacios y Néstor Ronconi, así como a los funcionarios de la Dirección Provincial de Minería y CORMINE, en Zapala, Neuquén, por la amplia colaboración prestada durante el trabajo de campo, hago llegar mi sincero agradecimiento.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ANTUÑA, E. S. y A. P. IGARZABAL, 1952. La mina Carmelo. Chos Malal. Neuquén. Banco Nac. de Des. (ex BIRA), Leg. 274, (inéd.), Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., I. B. SCHALAMUCK y A. ARROSPIDE, 1976. Los yacimientos no metálicos y rocas de aplicación de la región Patagonia-Comahue. Secr. Est. Min., An., XVII, 146 págs., Buenos Aires.
- BRACCACCINI, O., 1964. Ordenación y resumen de los antecedentes geológicos relativos a la zona cordillerana de las provincias de Mendoza y Neuquén. Rep. Argentina. Dir. Gen. de Fabr. Milit., contrato 1103, Buenos Aires.
- BRODTKORB, M. K. de, V. RAMOS y S. AMETRANO, 1975. Los yacimientos estratoligados de celestina-baritina de la Formación Huitrín y su origen evaporítico, provincia del Neuquén. IIº Congr. Ibero-Amer. de Geol. Econ., II: 143-168, Buenos Aires.
- CANGINI, J. O., 1968. Perfiles estructurales y estratigráficos de la sierra de la Vaca Muerta hasta Buta Ranquil - Los Menucos, departamento Picunches, Loncopué, Norquín, Chos Malal y Pehuenches, provincia del Neuquén. YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- C.F.I., 1962. Recursos minerales. Cons. Fed. de Inv., VI, Buenos Aires.
- , 1980. Diagnóstico minero de la provincia de Mendoza. Cons. Fed. de Inv., Buenos Aires.
- CORDINI, R. I., 1967. Reservas salinas de Argentina. Sec. Est. Min., An., 13, Buenos Aires.
- DE FERRARIIS, C., 1968. El Cretácico del norte de la Patagonia. Iº Jorn. Geol. Arg., III: 121-144, Buenos Aires.
- DIGREGORIO, J. H., 1972. Neuquén. En Geología Regional Argentina, Ed. J. Leanza. Acad. Nac. Cienc.: 439-506, Córdoba.
- y M. A. ULIANA, 1980. Cuenca neuquina en Geología Regional Argentina, Acad. Nac. Cienc., II: 985-1022, Córdoba.
- FERNANDEZ LIMA, J. C., 1968. Informe sobre los yacimientos de sal de roca "Ranquiles" y "Luncay", departamento Malargüe, provincia de Mendoza. Sec. Est. Min., (inéd.), Buenos Aires.
- FREYTES, E. A., 1970. Levantamiento geológico de la zona situada entre los Chihuidos y el Auca Mahuida, departamento de Añelo y Picunches, provincia del Neuquén. YPF, Leg. F-247, (inéd.), Buenos Aires.
- GEREZ, J. M., 1935. Yacimientos de sal gema (sal de roca) del territorio del Neuquén. Min. de Agric., Almanaque, Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Sec. Est. Min., Bol. 58, Buenos Aires.

- , 1936. Viaje de estudio al norte de Neuquén. Sec. Est. Min., Carpeta 48, (inéd.), Buenos Aires.
- , 1943. Informe sobre ubicación conveniente de perforaciones en Huitrín. Sec. Est. Min., Carpeta 148, (inéd.), Buenos Aires.
- , 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. Hoja Chos Malal. Soc. Geol. Arg., Rev., I (3): 177-208, Buenos Aires.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1939. Reconocimiento de la zona situada entre la vía férrea, el río Neuquén y el meridiano de Plaza Huincul. YPF, Gerenc. de Explot., (inéd.), Buenos Aires.
- , 1946. Contribución al conocimiento de la geología del Neuquén extraandino. Bol. Inf. Petrol., N° 266, Buenos Aires.
- HOGG, S. L. y A. M. GHIORZI, 1965. Visita a los afloramientos de sal de roca en las proximidades de Huitrín, provincia del Neuquén. ESSO Argentina S. A., (inéd.), Buenos Aires.
- HOLMBERG, E., 1976. Descripción geológica de la Hoja 32c. Ruta Ranquil, provincia del Neuquén. Serv. Geol. Nac., Bol. 152, 90 págs., Buenos Aires.
- y E. NUÑEZ, 1971. Reconocimiento geológico-económico en el área salinifera de Huitrín, provincia del Neuquén. I° Simp. Nac. Geol. Econ., I: 267-273, San Juan.
- IRIGOYEN, M., 1980. Cordillera Principal. En Geología Regional Argentina, Acad. Nac. Cienc., I: 651-694, Córdoba.
- LEGUIZAMON PONDAL, M., 1920. Las salinas de la República Argentina. I° Congr. Nac. Quím., Actas y Trabajos, IV: 284-302, Buenos Aires.
- LOOMIS, H., 1940a. Informe sobre la región de Chos Malal. YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- , 1940b. Reconocimiento geológico de la zona Chihuidos. 1:1000000. YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- LYONS, W. A., 1980. Estudio geológico-minero de las salinas de Huitrín, provincia del Neuquén. Cons. Fed. Inv., (inéd.), Buenos Aires.
- MARCON, V. C., 1975. Geología del cerro Villegas, provincia del Neuquén, con especial mención del Terciario. II° Congr. Ibero-Amer. Geol. Econ., IV: 209-225, Buenos Aires.
- OUTON, E., 1956. Exploración asfaltífera entre Huantraico-Chihuido y río Neuquén-río Agrio, provincia del Neuquén. YCF, Inf. N° 848, (inéd.), Buenos Aires.
- PADULA, E., 1947. Relevamiento geológico del valle del río Colorado, entre Paso de las Bardas y El Atamisqui. YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- , 1950. Observaciones geológicas de la parte norte de la línea estructural de los Chihuidos. Neuquén-YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- RAMOS, V., 1978. Estructura. VII° Congr. Geol. Arg., Relatorio, Geol. y Rec. Nat. del Neuquén: 99-118, Buenos Aires.
- , 1981. Descripción geológica de la Hoja 35c. Los Chihuidos norte, provincia del Neuquén. Serv. Geol. Nac., 103 págs., Buenos Aires.
- ROLL, A., 1939. La cuenca de los estratos con dinosaurios al sur del río Neuquén. YPF, (inéd.), Buenos Aires.
- STIPANICIC, P., 1967. Consideraciones sobre la edad de algunas fases del Neopaleozoico y Mesozoico. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXII, (2): 101-134, Buenos Aires.
- ULIANA, M. A., D. A. DELLAPE y G. A. PANDO, 1975a. Distribución y génesis de las sedimentitas rayosianas. II° Congr. Ibero-Amer. Geol. Econ., Anales, I: 177-196, Buenos Aires.
- , — y —, 1975b. Estratigrafía de las sedimentitas rayosianas (Cretácico inferior de las provincias del Neuquén y Mendoza). II° Congr. Ibero-Amer. Geol. Econ., Anales, I: 151-176, Buenos Aires.
- VALERDI, C., 1962. Depósitos de sal de "El Loncay". Sec. Est. Min., carpeta 523, (inéd.), Buenos Aires.
- WICHMAN, H., 1927. Sobre la facies lacustre senoniana de los estratos con dinosaurios y su fauna. Acad. Nac. Cienc., XXX, Bol., Córdoba.
- ZOLLNER, W. y A. J. AMOS, 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b. Chos Malal, provincia del Neuquén. Sec. Est. Min., Serv. Geol. Nac., Bol. 143, 91 págs., Buenos Aires.

Recibido: 29 de julio, 1983
 Aceptado: 23 de junio, 1987

WILFREDO LYONS

Geólogo Consultor
 Arenales 3022, 6° 24
 1425 Buenos Aires