

TRABAJO 25

ESTRUCTURA Y SEDIMENTACION DEL GRUPO NEUQUEN EN EL YACIMIENTO LOMA ALTA SUR

J.H. Moratello y J.L. Vilosio

YPF S.A. Gerencia Regional Mendoza

ESTANTERIA CONGRESOS -
UBICACION

ABSTRACT. The present work has the finality of analyzing sedimentary and structural characteristics that determined the discovery of oil in the oil field of Loma Alta Sur, settled in Mendoza Province, Neuquina Basin, in Grupo Neuquen sands. This event aid the attention to this formation study and other basin positions.

The analise of structural evolution was very important in the oil migration and trapping; the sand's levels has got its resources. We have made a full stratigrafic description based on former studies and modifyd in this case for particular conditions according to well logs correlations and crowns. This has allow to distinguish the present facies and analize of diferent tipos of clays to determined environment deposition.

INTRODUCCION

Antecedentes

A comienzos de 1990 el pozo YPF.Md.N LASx-1 (Loma Alta Sur) pone en evidencia importantes acumulaciones de petróleo en niveles arenosos del Grupo Neuquén, pasando como objetivo complementario los reservorios del Grupo Mendoza, investigados en la vecina estructura de Cerro Divisadero, que no mostraron niveles explotables. Asimismo se constata la repetición del Grupo Neuquén, verificados en otros sondeos del área (Cº Dx-1, Cº D-8, Cº Da-7 y otros), centrándose la atención en la lámina alóctona portadora de hidrocarburos.

Ante este hallazgo se perfora de inmediato el pozo YPF Md.N LASx-2 con profundidad final en 1030 mbbp., atravesándose los ciclos Superior, Medio y la sección alta del Inferior que constituyen el Grupo Neuquén, confirmando los lineamientos hallados en el pozo anteriormente mencionado.

Continúa la investigación con la perforación del YPF.Md.N LASE-3 ubicado en el sector septentrional de la estructura y del YPF.Md.N LASx-4 en la parte austral, éste último ya en ámbito del yacimiento Cerro Divisadero, evaluando ambos la porción alóctona de la unidad formacional de interés, resultando por ensayos de formación, testigos coronas y registros de perfiles, como acuífero en todos sus niveles samíticos.

Así entonces, la Gerencia de Minería y Geología de Exploración comienza su evaluación mediante la perforación del sondeo YPF.Md.N LASa-6, alcanzando la profundidad final de 1570 mbbp., resultando productivo de hidrocarburos.

Posteriormente se realizó la perforación y terminación de los sondeos YPF.Md.N AS-7 a 12 incluído, todos en zonas aledañas a los pozos descubridores.

Simultáneamente se prosigue con la delimitación del reservorio, perforando los sondeos YPF.Md.N LASa-13 y a-14 en los sectores norte y sur respectivamente de la estructura. El primero de ellos resulta con niveles acuíferos, a excepción del tramo 711 - 715 mbbp. en donde se constata gas seco, poniendo de manifiesto límites para el entrapamiento de hidrocarburos. Más promisorios fueron los resultados obtenidos en el otro sondeo, encontrándose varios niveles surgentes de petróleo, abriendo expectativas en este sector del yacimiento.

Por ello se decide continuar con la investigación en este sector con el sondeo LASa-15 situado a unos 700 metros al sur del pozo anteriormente citado, atravesándose el techo del Grupo Neuquén en una posición estructural desfavorable, determinando en toda la secuencia sedimentaria solamente 5 metros de espesor útil mineralizado, lo que demuestra la cercanía del límite austral del yacimiento.

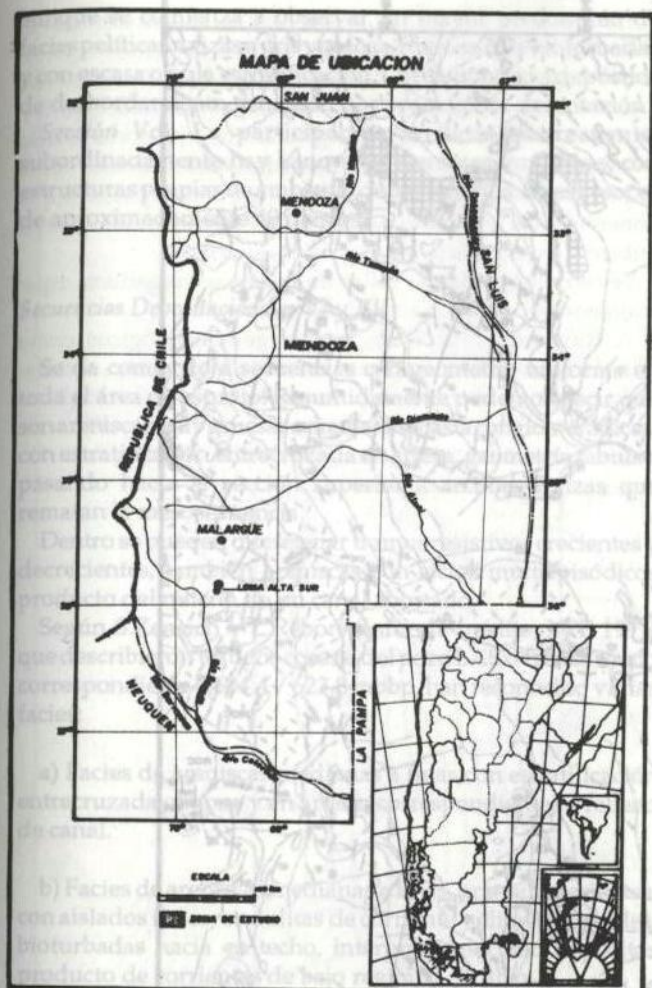
En virtud de estos antecedentes, actualmente se continúa perforando dentro de los límites así establecidos para su desarrollo final.

ESTRATIGRAFIA

Los afloramientos más antiguos descriptos en la zona corresponden a entidades del Ciclo Riográndico (ver en adjuntos plano geológico de superficie). (Fig. nº 2)

En subsuelo, el sondeo YPF.Md.N LASx-1, fué el que evaluó en detalle el desarrollo de la columna sedimentaria alcanzando el intervalo superior del Grupo Cuyo integrado por tobas varicolores, predominando los tonos rosados, rojizos y morados, ubicadas dentro del Ciclo Jurásico.

Continúa el Ciclo Andico representado por el Grupo Mendoza (Tithoniano-Barremiano). Comienza con la Formación Vaca Muerta integrada por una monótona secuencia de arcilitas negras a grises, pasando transicionalmente a la Formación Chachao, constituida por arcilitas y calizas arcillosas en la base, y calizas grises a gris blanquecinas en el tope. Por último la Formación Agrio, donde predominan lutitas calcáreas gris oscuras en la base, mientras que hacia la sección superior lo hacen las margas. Los depósitos cuspidales de este Ciclo se reúnen bajo la denominación de Grupo Rayoso (Aptiano-Cenomaniano Inf.) conformado por la Fm. Huitrín, representada por bancos de yeso separados por un intervalo arcilloso verdoso, y la Formación Diamante, cuya secuencia corresponde a sedimentos clásticos rojizos de origen conti-



mental, evidenciando una etapa de desecación de la Cuenca en el Mesozoico.

Posteriormente se inicia el Ciclo Riográndico (Post-Albiano-Paleoceno) reconociéndose dos entidades:

a) Grupo Neuquén, con acumulaciones detríticas netamente continentales, que basado en sus características litoestratigráficas se lo dividió en tres ciclos sedimentarios, el Inferior, Medio y Superior. Las secciones basales de cada entidad están integradas por conglomerados finos a medianos y areniscas muy gruesas hasta medianas de composición cuarzo-líticas. Hacia el tope dominan en general los términos arenosos finos a muy finos pasando a pelitas.

b) Grupo Malargüe, representado en la zona por la Formación Loncoche (Campaniano Sup.-Maestrichtiano Inf.), comenzando con areniscas verdes que se hacen conglomerádicas, alternando con pelitas de la misma tonalidad, mientras que la sección superior está constituida esencialmente por areniscas finas y arcilitas grises, castañas y verdes.

Esta última unidad formacional conjuntamente con la Formación Roca (Maestrichtiano Inf. a Medio, compuesta por litofacies carbonáticas) forman el núcleo de la estructura anticlinal de superficie.

En los flancos del anticlinal encontramos a las Formaciones Pircala y Cihueco (Paleoceno-Eoceno), representadas por pelitas rojizas.

Análisis estratigráfico del Grupo Neuquén

Los depósitos que nos ocupan se ubican entre el Cenomaniano Medio y el Campaniano Inferior, donde comienza el Ciclo Riográndico. Están separados en su base por la discordancia Intracenomaniana (Gulisano y Legarreta), si bien otros autores la vinculan con la Intersenenoniana. La subdivisión propuesta se fundamenta en el reconocimiento realizado por C. CRUZ *et al* (1990), encontrando importantes discontinuidades e identificando "secuencias depositacionales". Estas unidades fueron descriptas en afloramientos e identificadas en subsuelo utilizando perfiles de pozo.

Manteniendo entonces este criterio, en nuestro trabajo se subdivide al Grupo Neuquén en nueve secuencias depositacionales basadas en el análisis e interpretación de los perfiles registrados en los sondeos perforados en la zona.

Mesosecuencia Inferior

Secuencias Depositacionales I y II

Estas unidades secuenciales se hallan investigadas solamente por los sondeos YPF.Md.N LASx-1 y a-6 (en este último parcialmente), mientras que se atravesó totalmente en los pozos de Cerro Divisadero y Loma Alta.

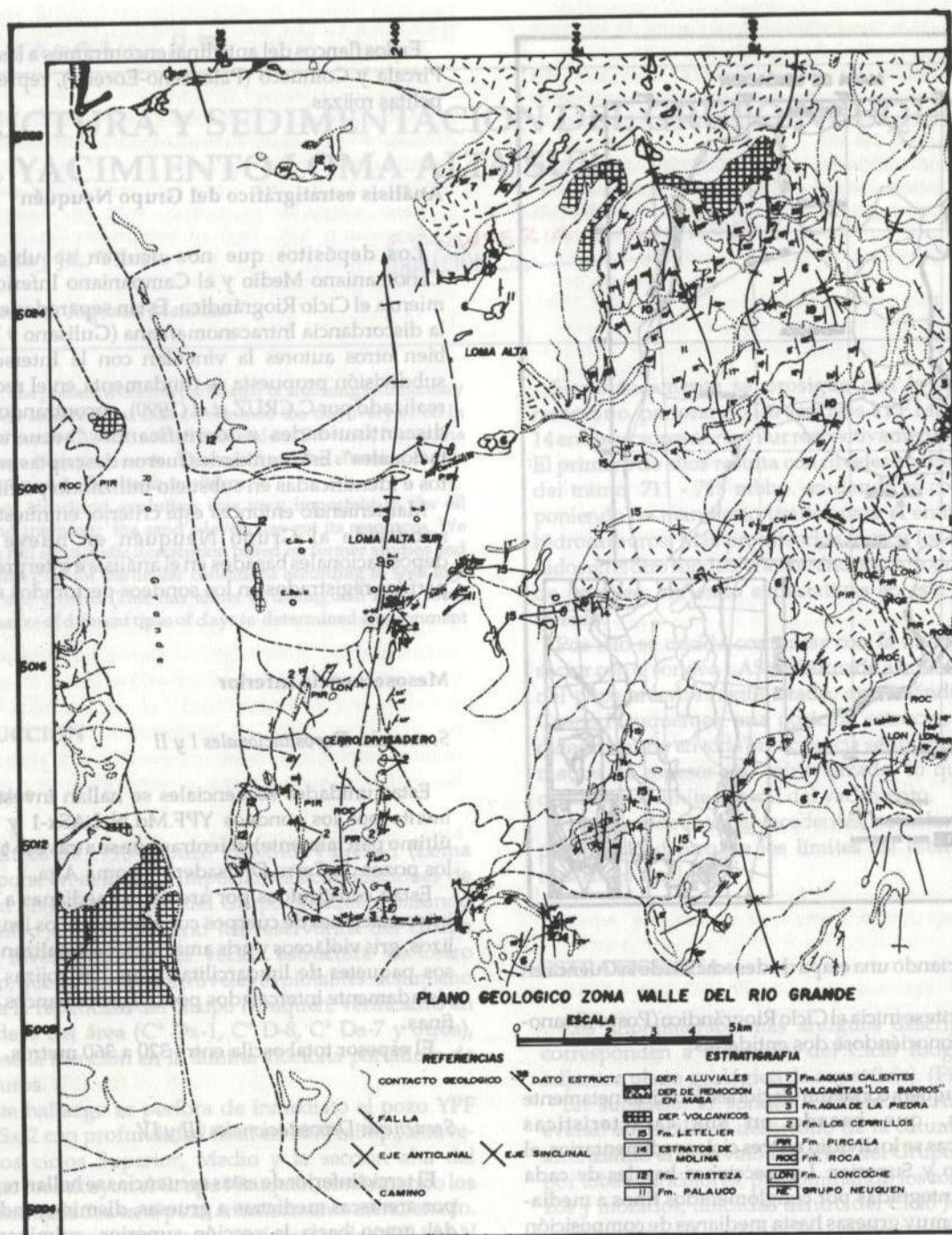
Están constituidas por areniscas medianas a gruesas con intercalaciones de cuerpos conglomerádicos lenticulares, rojizos, gris violáceos y gris amarillentos, finalizando con espesos paquetes de limoarcilitas y arcillas rojizas y grisáceas, aisladamente intercalados por delgados bancos de areniscas finas.

El espesor total oscila entre 320 a 360 metros.

Secuencias Depositacionales III y IV

El tercio inferior de estas secuencias se hallan representadas por areniscas medianas a gruesas, disminuyendo el tamaño del grano hacia la sección superior, culminando con un potente espesor de pelitas rojizas, sin estratificación visible con intercalaciones de areniscas muy finas. Las mismas fueron investigadas con un testigo corona del pozo x-1, en el tramo 932.8 a 941.4 mbbp., en donde se observan "facies de areniscas finas a medias, con flaser, ondulitas de corriente correspondientes a depósitos por corrientes de bajo régimen de flujo, y otras facies arenosas con estratificación entrecruzada oblicua y en artesa identificadas como depósitos tractivos que corresponderían a rellenos de canal.

Por último, facies de arcilitas gris verdosas producto de desbordamientos, fuertemente bioturbadas" (S.Zencich y L.Rébori 1991). Su espesor es de aproximadamente 180 metros.



Mesosecuencia Media

Secuencia Depositacional V

Está representada por potentes bancos de areniscas medianas y finas, con estratificación entrecruzada en artesa, disminuyendo hacia la sección superior en tamaño de grano y espesor de los bancos (estratodecreciente). Predominan también facies pelíticas rojizas con alternancia de bancos de areniscas finas con climbing ripples y escapes de agua.

Basándonos en el análisis de los perfiles registrados se ha dividido a esta secuencia en tres secciones:

Sección Va: Con un espesor promedio de 120 metros se halla representada por facies de areniscas gruesas hasta conglomerádicas y medianas hacia la sección superior, con estratificación entrecruzada en artesa, granodecreciente, las que corresponderían a depósitos tractivos de bajo régimen de relleno de canal.

Sección Vb: Alcanza los 90 metros de espesor promedio. Se presenta con facies de areniscas similares a la anterior sección,

aunque se comienza a observar un mayor predominio de facies pelíticas rojizas a gris verdosa, fuertemente bioturbadas y con escasa o nula estratificación. Corresponden a depósitos de desbordamiento generado por procesos de decantación.

Sección Vc: La participación arcillosa es frecuente, subordinadamente hay bancos de areniscas muy finas, con estructuras propias de ambiente de baja energía. Su espesor es de aproximadamente 40 metros.

Secuencias Depositacionales VI y VII

Se da comienzo a secuencias con geometría uniforme en toda el área de estudio. Resumidamente podemos decir que son areniscas muy gruesas a medianas, hasta conglomerádicas, con estratificación entrecruzada en artesa, geometría tabular, pasando hacia la sección superior a arcilitas rojizas que rematan la mesosecuencia.

Dentro se pueden diferenciar tramos resistivos crecientes y decrecientes, también areniscas con ciclos multiepisódicos producto del relleno de un canal abortado.

Según S.Zencich y L.Rébori (Informe inédito, YPF 1991) que describieron testigos corona del pozo LASx-1, en el tramo correspondiente a 604.4 / 623.8 mbbp, han reconocido varias facies:

a) Facies de areniscas medianas a finas, con estratificación entrecruzada oblicua y en artesa, correspondientes a relleno de canal.

b) Facies de areniscas medianas a finas, granodecrecientes, con aislados flaser, ondulitas de corriente y climbing ripples, bioturbadas hacia en techo, interpretadas como depósitos producto de corrientes de bajo régimen de flujo.

c) Facies de vaques, areniscas y limolitas verdes y rojizas con laminación paralela incipiente, climbing ripples y flaser, escapes de agua y escasa bioturbación; consideradas como depósitos originados por procesos de tracción y decantación.

d) Facies de vaques muy finas y limolitas, con predominio de procesos de decantación, posiblemente flujos de barro.

e) Facies de conglomerados correspondientes a flujo de detritos.

En todas las facies descriptas se observan delgados niveles de cemento calcáreo, a veces formando "parches".

Estas secuencias también fueron investigadas a través de las coronas extraídas en el pozo LAS-5, en el tramo 555.5 a 584.1 mbbp y analizadas por G.Hinterwimmer, en donde se reconocen las siguientes facies:

a) Facies de canal, constituidas por areniscas gruesas, con estratificación entrecruzada, granodecreciente, con intraclastos blandos. Se observan delgados niveles con cementación parcial a total de calcita.

b) Facies de barra, compuesta por areniscas medianas, con estratificación entrecruzada, alternada con niveles arcillosos bioturbados hacia el tope de las secuencias y areniscas finas

también bioturbadas, con cementación calcárea en ciertos niveles.

c) Facies de frente deltaico; le corresponden pelitas gris verdosas o gris oliva, fuertemente bioturbadas con escapes de agua y climbing ripples.

d) Facies de flujo de detritos, en donde se reconocen areniscas arcillosas, sin estratificación, con intraclastos de arcilla.

Cabe destacar que en todas las coronas descriptas se han reconocido niveles de tobas verdosas y areniscas con matriz tobácea que ponen en evidencia eventos volcánicos en zonas circundantes.

El espesor de estas dos secuencias es de aproximadamente 140 metros.

Mesosecuencia Superior

Secuencias depositacionales VIII y IX

Estas últimas secuencias representan la culminación de los depósitos continentales del Grupo Neuquén e infrayacen la discordancia Intracenomaniana, que da comienzo a la depositación del Grupo Malargüe.

En ambas secuencias se distinguen facies de areniscas gruesas hasta conglomerádicas con entrecruzamiento en artesa, aumentando las limolitas bioturbadas, hacia la sección suprayacente en frecuencia y espesor. El espesor promedio total es de 140 metros.

Consideraciones paleoambientales

Los sedimentos del Grupo Neuquén, para la Mesosecuencia Inferior, caracterizan a sistemas fluviales de cursos efímeros a permanentes, en partes canalizados.

En la sección distal presenta desbordamientos en planicies aluviales alcanzando ya sea un ambiente de barreal hasta fluvial entrelazado.

Las secciones pelíticas, generalmente en las culminaciones de las secuencias, se interpretan como avenidas esporádicas que provocaban derrames mantiformes en zonas circundantes a los canales, o en la desembocadura del sistema de los distributarios.

En toda la pila sedimentaria se observan intercalaciones de tobas y matrix tobáceas en las areniscas, lo que indicaría una procedencia de rocas piroclásticas desarrollada en la zona.

Los eventos individuales se hallan representados por canales simples o multiepisódicos, éstos últimos producto de bruscos incrementos en la energía del medio, dando lugar a cuerpos samíticos con arreglo granodecreciente.

En los canales principales se desarrollaron barras arenosas, que una vez que alcanzan su perfil de equilibrio progradan aguas abajo.

ESTRUCTURA

Características generales de superficie

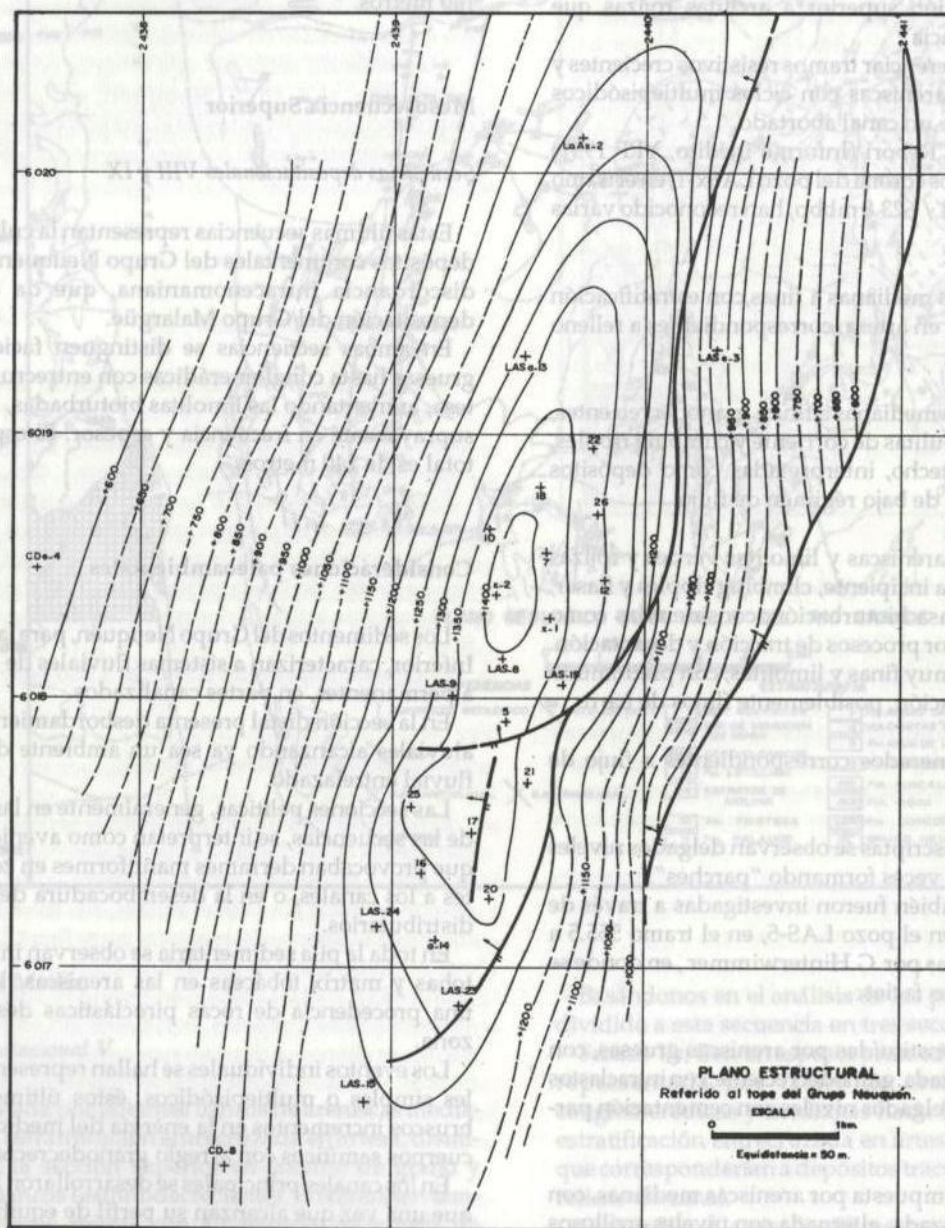
De acuerdo a los informes realizados por las Comisiones Geológicas N° 5 y 7 pertenecientes a la Gerencia de Exploración, Departamento Cuyo, durante el período 1978/79 y 1985 respectivamente, engloban al área dentro de la depresión tectónica de orientación meridional conocida como "Zona Deprimida Central" en el Valle del Río Grande, desarrollada entre el río homónimo y las estribaciones occidentales de la Sierra de Palauco.

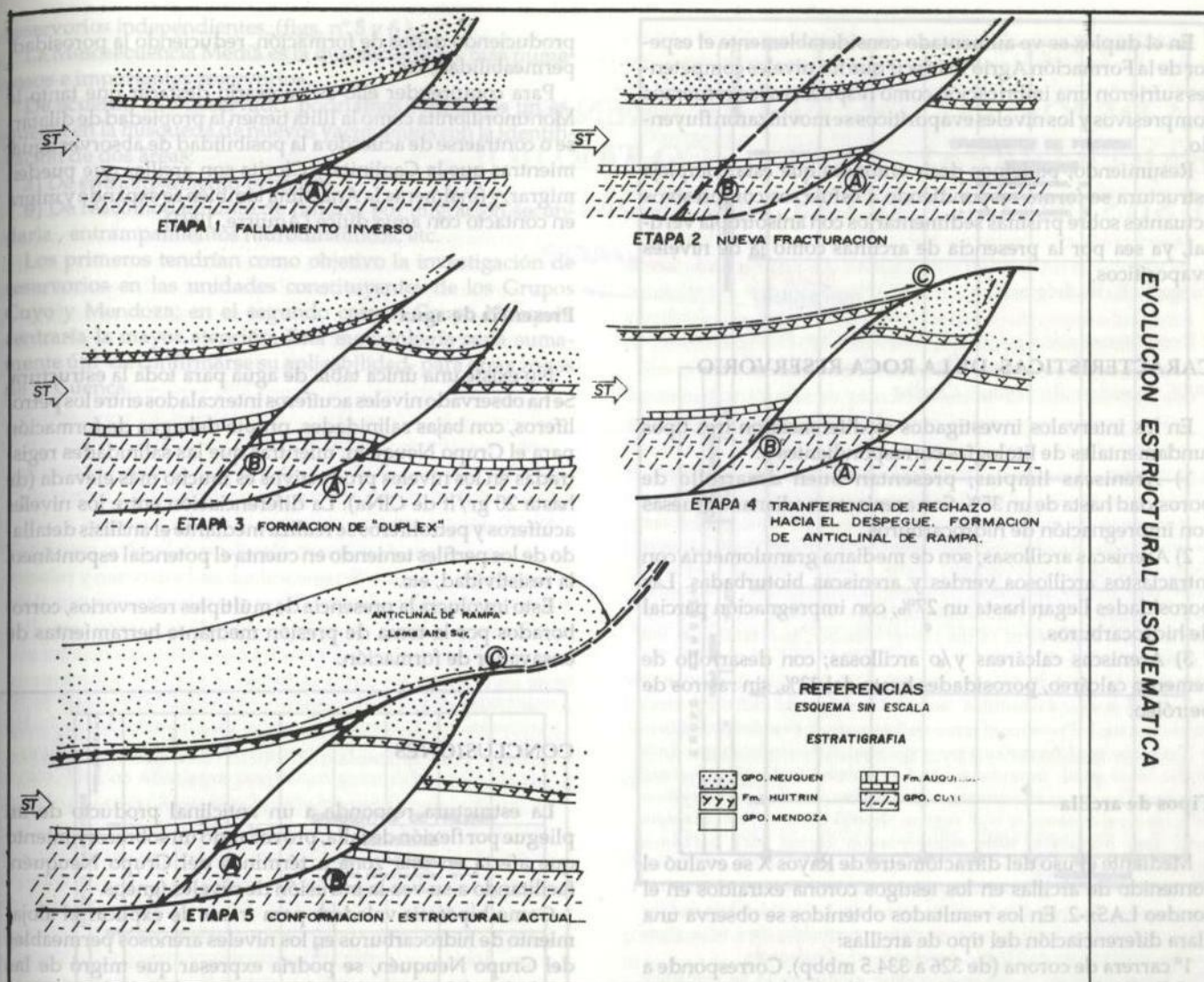
Se describen máximos estructurales que coinciden con los yacimientos desarrollados en el área: Río Grande, Malal del Medio, Los Cavaos, Cerro Divisadero, Loma Alta Sur y Loma Alta.

En el sector septentrional de esta zona se destaca el anticlinal de Loma Alta-Cerro Divisadero, donde se presentan expuestas las unidades más antiguas del Valle: las Formaciones Loncoche y Roca (Campaniano Sup.-Maestrichtiano Medio). El mismo se halla afectado longitudinalmente por una falla inversa con plano buzante al Oeste, sirviendo además como superficie de corrimiento para esta estructura positiva que constituye un "anticlinal de rampa". El plano de falla se halla cubierto en superficie por depósitos aluviales.

Se reconocen además fallas de menor envergadura, especialmente en el sector austral del yacimiento.

A través de conspicuos rasgos geomorfológicos como alineamientos de arroyos, resaltos topográficos, etc., se infiere la presencia de fracturas con rumbo predominante Este-Oeste (zona del Arroyo El Carrizalito, del Salto y Agua de Arias) que generaría diversidades en la estructura.





Características estructurales en subsuelo

En general, las cotas estructurales en el subsuelo del Valle, se somerizan hacia el Norte, así encontramos para el tope del Grupo Mendoza en el sector de Loma Alta, posiciones isobáticas favorables, mientras que para el Grupo Neuquén lo hace algo más al Sur, precisamente en la de Loma Alta Sur.

La estructura general del área tiene un rumbo predominantemente submeridional, cuyo eje migra hacia el Este a medida que intersecta unidades estratigráficas más altas y cuyos flancos alcanzan buzamientos entre $20^\circ/25^\circ$. (fig. n° 3)

Se halla afectada por una extensa falla que produce el sobrecorrimiento del bloque alóctono sobre el autóctono constituido por el bloque del Valle del Río Grande. Ha sido investigada, estudiada y constatada por los sondeos LASx-1; LASx-4; LASa-6; LAX-2 y en Cerro Divisadero los pozos C°Dx-1; C°Da-8 y otros. Otras fallas de menor envergadura, con planos también buzantes hacia el Oeste se manifiestan en los perfiles de buzamientos, la repetición de la Fm. Roca, etc., vinculadas a ellas se hallan las intrusiones de niveles ígneos, aprovechando estas zonas de debilidad.

Evolución estructural

Como consecuencia de los esfuerzos originados por la tectogénesis Andina, se generaron fallas inversas (Fig. n° 4) que desplazaron los términos del Grupo Mendoza. La variabilidad de la competencia de los estratos produjo el engrosamiento, la fluencia y una nueva fracturación, a la cual se transfirió el rechazo de la anterior (b) conformando un duplex (c). La deformación continuó con una transferencia del movimiento y aprovechando superficies de menor competencia en Formación Huitrín produjo el despegue y sobrecorrimiento del Grupo Neuquén sobre las anteriores líneas de fractura (d) llegándose a formar un anticlinal por flexión de falla (e), tal como se lo encuentra en la actualidad.

Los esfuerzos compresivos generaron fracturas y pequeños deslizamientos dentro del Grupo Neuquén, rellenando algunos de estos espacios intrusiones ígneas que seguramente son contemporáneos con los hallados en otros intervalos de la columna estratigráfica (por ejemplo los niveles del Grupo Mendoza).

En el duplex se ve aumentado considerablemente el espesor de la Formación Agrio, es decir que los niveles competentes sufrieron una imbricación como respuesta a los esfuerzos compresivos y los niveles evaporíticos se movilizaron fluyendo.

Resumiendo, podemos decir entonces que esta compleja estructura se formó respondiendo a esfuerzos compresivos actuantes sobre prismas sedimentarios con anisotropía vertical, ya sea por la presencia de arcillitas como la de niveles evaporíticos.

CARACTERISTICAS DE LA ROCA RESERVORIO

En los intervalos investigados se diferenciaron tres tipos fundamentales de litologías correspondientes a:

1) Areniscas limpias; presentan buen desarrollo de porosidad hasta de un 35%. Son areniscas medianas a gruesas con impregnación de hidrocarburos.

2) Areniscas arcillosas; son de mediana granulometría con intraclastos arcillosos verdes y areniscas bioturbadas. Las porosidades llegan hasta un 27%, con impregnación parcial de hidrocarburos.

3) Areniscas calcáreas y/o arcillosas; con desarrollo de cemento calcáreo, porosidades hasta del 22%, sin rastros de petróleo.

Tipos de arcilla

Mediante el uso del difractómetro de Rayos X se evaluó el contenido de arcillas en los testigos corona extraídos en el sondeo LASx-2. En los resultados obtenidos se observa una clara diferenciación del tipo de arcillas:

1° carrera de corona (de 326 a 334.5 mbbp). Corresponde a la S.D. IX. Predomina la Montmorillonita, alcanzando en ciertos niveles hasta el 100%, y subordinadamente la Illita y en bajos porcentajes la Clorita. Se observa la presencia de Analcima, producto de la alteración del vidrio volcánico, al igual que la Montmorillonita.

2° carrera de corona (de 372 a 381 mbbp). Corresponde a la S.D. VIII. Es notorio el predominio de arcillas interestratificadas Illita/Esmectita (de 40 a 85%) y de Illita (de 10 a 60%).

3° carrera de corona (de 510 a 519 mbbp). Corresponde a la S.D. VI + VII. Se caracteriza por porcentajes similares de Illita interestratificadas. La Montmorillonita (de 30 a 60%) se observa en el tramo superior y la Caolinita en los tramos superior e inferior.

4° carrera de corona (de 701 a 710 mbbp). Corresponde a la S.D. Vb. Es el testigo que mayor porcentaje de interestratificados se analizó (20 a 100%). En forma subordinada se observa la Caolinita (5 a 55%).

Estos minerales pueden presentarse en rocas sedimentarias, resultando de acuerdo a su proceso de depositación y su distribución como arcillas laminadas, dispersas y/o estructurales, rellenando o tapizando las paredes de los poros e influenciando en las propiedades petrofísicas del reservorio,

produciendo daños de formación, reduciendo la porosidad, permeabilidad, etc.

Para comprender ello es necesario destacar que tanto la Montmorillonita como la Illita tienen la propiedad de dilatarse o contraerse de acuerdo a la posibilidad de absorber agua, mientras que la Caolinita y Clorita son arcillas que pueden migrar, y finalmente la Analcima también se expande y migra en contacto con agua dulce (Aguirre, 1991).

Presencia de agua

No existe una única tabla de agua para toda la estructura. Se ha observado niveles acuíferos intercalados entre los petrolíferos, con bajas salinidades, propio del agua de formación para el Grupo Neuquén, mientras que las salinidades registradas en los niveles productivos es mucho más elevada (de hasta 20 gr/lit de ClNa). La diferenciación entre los niveles acuíferos y petrolíferos se realiza mediante el análisis detallado de los perfiles teniendo en cuenta el potencial espontáneo, la resistividad, etc.

Esto involucra la presencia de múltiples reservorios, corroborados por la toma de presión mediante herramientas de ensayador de formación.

CONCLUSIONES

La estructura responde a un anticlinal producto de un pliegue por flexión de falla, provocando un sobrecorrimiento que afecta en esta zona a términos del Grupo Neuquén, facilitando a su vez la intrusión de niveles ígneos.

Como hipótesis valdrá para tratar de explicar el alojamiento de hidrocarburos en los niveles arenosos permeables del Grupo Neuquén, se podría expresar que migró de las unidades del Grupo Mendoza, aprovechando justamente tanto las discontinuidades estructurales anteriormente citadas como también los intrusivos ígneos producidos esencialmente durante la Orogenia Andina, favoreciendo entonces el posterior reacomodamiento de fluidos a la nueva configuración estructural. Tanto los niveles arcillosos de la Formación Loncoche como los depósitos pelíticos mantiformes y areales que componen el Grupo Neuquén sirvieron como sello, impidiendo la fuga del hidrocarburo a superficie o formando distintos reservorios.

Se determinaron varios tipos de litologías, siendo las más importantes las "areniscas limpias" con excelentes características petrofísicas presentes fundamentalmente en las secuencias depositacionales VI + VII.

Las características ambientales de las secuencias depositacionales V; VI y VII indican la presencia de sistemas fluviales con diseños de relleno de canal y barras, con arreglos granodecrecientes, respondiendo a cursos entrelazados, mayormente efímeros o permanentes en menor proporción, donde en la parte distal de las avenidas se hacen mantiformes alcanzando a ambiente de barreal.

Analizados los datos obtenidos durante la terminación de pozos y los gradientes de presión, se confirmó la presencia de

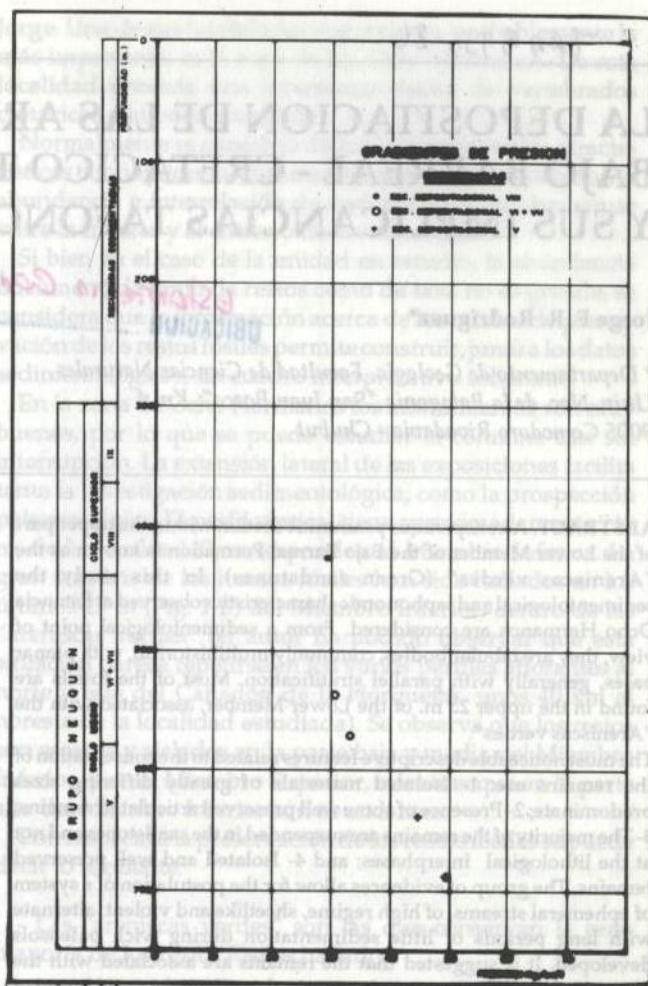
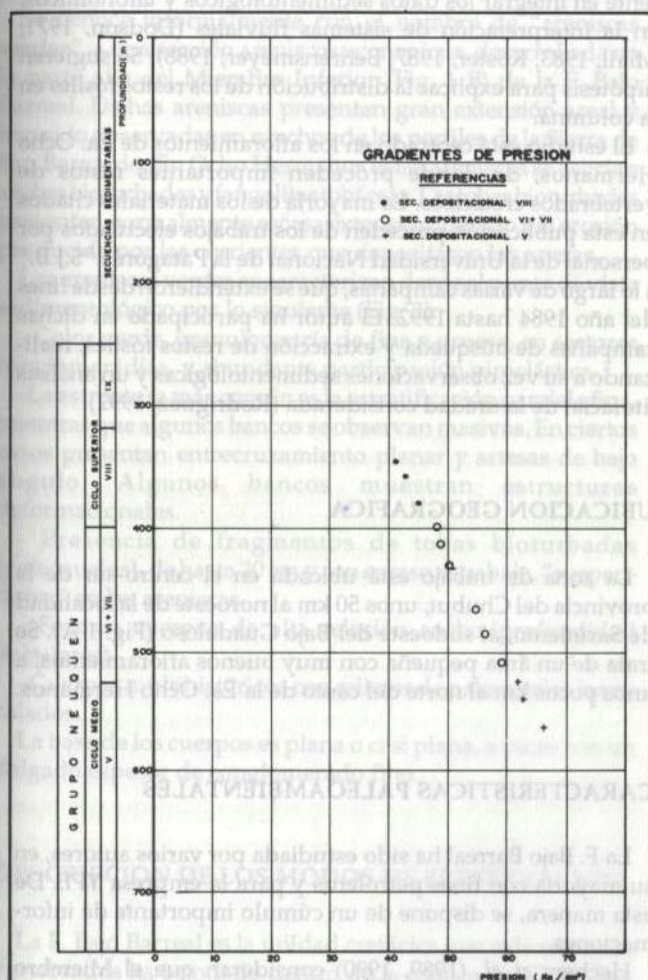
reservorios independientes. (figs. n° 5 y 6)

La Mesosecuencia Media es la que encierra los más numerosos e importantes reservorios.

De acuerdo a lo observado, podríamos formarnos un esquema en la búsqueda de nuevos yacimientos con la identificación de dos áreas:

- a) De entrapamiento primario.
- b) De reacomodamiento de flúidos, por migración secundaria, entrapamientos hidrodinámicos, etc.

Los primeros tendrían como objetivo la investigación de reservorios en las unidades constituyentes de los Grupos Cuyo y Mendoza; en el segundo caso el Grupo Neuquén centraría la mayor atención. Esta metodología sería sumamente útil -de confirmarse su aplicabilidad- para otras zonas de la Cuenca.



TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AGUIRRE, C. 1991. Análisis de tipo y contenido de arcillas de coronas de pozos de Loma Alta Sur. YPF S.A. Laboratorio Geológico Exploración. Informe inédito.
- CRUZ, C.E.; CONDART, P.; KOZLOWSKI, E. Y MANCEDA, R., 1989. Análisis estratigráfico del Grupo Neuquén en el Valle del Río Grande, Provincia de Mendoza. YPF S.A. Gerencia de Exploración. Informe inédito.
- GONZALEZ, M Y MALLAVIABARRENA, N. 1991. Estudio de secuencias deposicionales. Yacimiento Loma Alta Sur. Malargüe. Western Atlas. Informe inédito.
- HINTERWIMMER, G. 1991. Análisis estructural, estratigráfico y litológico del pozo YPF Md.NLAS-5 (Loma Alta Sur). Schlumberger. Informe inédito.
- LEVORSEN, A.I. 1973. Geología del petróleo. EUDEBA, Buenos Aires.
- MIALL, A. 1990. Reservorios en areniscas fluviales: estudios sobre afloramientos. Comunicaciones YPF, Año XI, n° 285, pags. 44-69.
- SERRA, O. 1990. Clay, Silt, Sand, Shales. Schlumberger.
- ZENCICH, S. y REBORI, L. 1991. Estudio de facies y análisis petrofísico de testigos corona de Loma Alta Sur. YPF S.A. Gerencia de Exploración. Informe inédito.